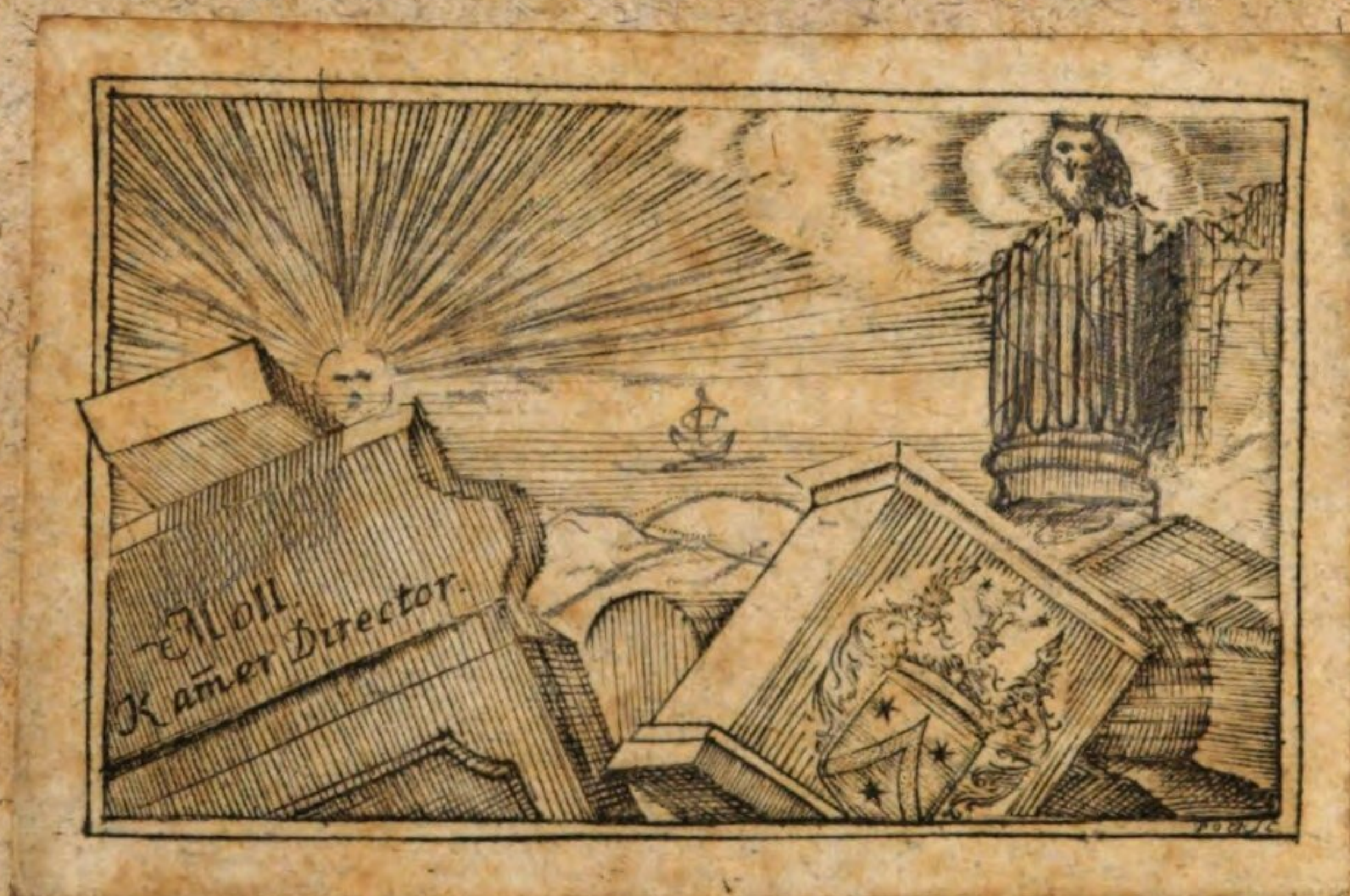


R



7

<36607861700010

<36607861700010

Bayer. Staatsbibliothek

Phys. Sp. 310.

R

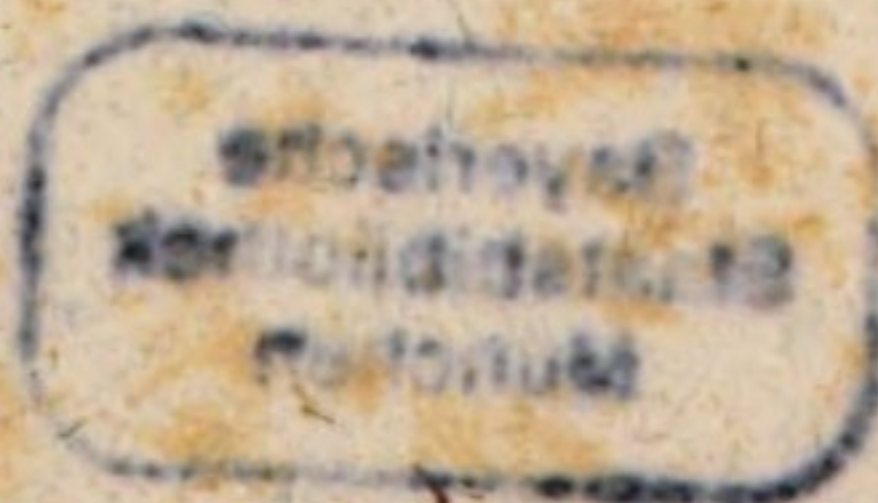
V e r s u c h e
über die
chemische Zerlegung
des
L u f t k r e i s e s

und über einige andere
Gegenstände der Naturlehre

von
Alexander von Humboldt.

Mit zwei Kupfern.

Braunschweig, 1799.
bei Friedrich Vieweg.



Vorrede
Erste Abtheilung
Litteratur
Zweite Abtheilung
Dritte Abtheilung
Vierter Theil
Fünftes Buch

18

I n h a l t.

- I. Versuche über das Salpetergas (gas nitreux) und seine Verbindungen mit dem Sauerstoff. S. 1.
- II. Ueber die Ursache und die Wirkungen der Auflöslichkeit des Salpetergas in der Auflösung des schwefelsauren Eisens. 55.
- III. Ueber die dreifache Verbindung des Phosphors, Stickstoffs und Sauerstoffs mit einander, oder über die Existenz der oxidirten Phosphorstickgase. 63.
- IV. Beschreibung eines Absorbtions - Gefäßes, welches besonders als Kohlensäuremesser gebraucht werden kann. 81.
- V. Ueber die Kohlensäure, welche in dem Dunstkreise verbreitet ist. 100.
- VI. Ueber die Verbindung der Erden mit Sauerstoff, oder: über die Absorbtion des Sauerstoffs durch die einfachen Erden, und dessen Einfluss auf die Kultur des Bodens. . 117.
- VII. Versuche über die Beschaffenheit des Luftkreises in der gemässigten Zone. 150.
- VIII. Die Entbindung des Wärmestoffs als geognostisches Phänomen betrachtet. 177.
- IX. Versuche über die Entbindung des Lichts. 193.

X. Ueber den Einfluss der oxygenirten Kochsalz-
säure auf das Keimen der Pflanzen und ei-
nige damit verwandte Erscheinungen. . . 235.

XI. Taschen- oder Senkbarometer. . . . 250.

XII. Brief an Garnerin, über die Analyse der
athmosphärischen Luft, welche in der Höhe
von 669 Toisen, durch einen Luftballon ge-
schöpft wurde. 255.

I.
V e r s u c h e
über das
Salpetergas (gas nitreux)
und
seine Verbindungen mit dem
Sauerstoff.

§. I.

Die Versuche, welche diese Abhandlung enthalten soll, hatten zum Endzweck, die Natur des Salpetergas und die luftförmigen Flüssigkeiten, mit welchen es sich beständig vermischt befindet, zu erkennen. Man verdankt der neueren Chemie die wichtige Entdeckung der Bestandtheile der salpetrigen Säure (unvollkommenen Salpetersäure, acide nitreux); sie hat uns gelehrt, dass diese Säure und das Salpetergas, blos durch das Verhältniss der Quantitäten Stickstoff und Sauerstoff, welche sie enthalten, von einander abweichen. Allein, so schön und gegründet diese Theorie ist, so widersprechen einander dennoch die berühmtesten Chemiker noch immer bei Bestimmung der zur Sättigung eines Theils Sau-

erstoff erforderlichen Quantität Salpetergas; eine Bestimmung, welche für die genaue Analyse des Dunstkreises von der höchsten Wichtigkeit ist. Man zerfalle eine Summe Z in zwei Theile, nach dem Verhältniss $m:n$, darauf läuft am Ende die ganze Auflösung der eudiometrischen Aufgabe hinaus. Es sey m das Volumen des zur Sättigung eines Theils Sauerstoff n nöthigen Salpetergas; Z sey die Quantität des in der Fontanaschen Röhre absorbirten (vernichteten) athmosphärischen und Salpetergas, so wird diese Summe Z zusammengesetzt seyn aus $X =$ dem Salpetergas, und $y =$ dem von x absorbirten Sauerstoff; also

$$\begin{aligned} Z &= x + y \\ m : n &= x : y \\ m + n : n &= x + y : y \\ y &= \frac{zn}{m + n} \end{aligned}$$

Und wird $n = 1$ angenommen; so ist

$$y = \frac{z}{1 + m}$$

also

$$m = \frac{z}{y} - 1.$$

§. II.

Wenn man also ein gewisses Mittel kennte, wodurch die Quantität des in einem athmosphärischen Gas enthaltenen Sauerstoffs geradezu bestimmt würde; so müsste sich der Werth von M leicht finden

lassen. Man dürfte nemlich nur 100 Theile dieses atmosphärischen Gas mit 100 Theilen Salpetergas vermischen, und die Quantität des absorbirten Volumens, durch y dividirt, gäbe $m + 1$. Für jetzt ist es hinreichend im allgemeinen den Weg anzuzeigen, welcher zur Bestimmung des Werths von m führen muss. Ehe wir die Versuche selbst ausführlich beschreiben, wollen wir einen Blick auf die Zahlen werfen, welche uns der berühmte Lavoisier, Priestley, Jagenhouss, Scherer (aus Wien) und andere Chemiker, zur Bestimmung des Grundverhältnisses $m : n$ angegeben haben. Diese Zahlen weichen von 17 bis auf 4. 5, von einander ab; eine Ungewissheit, welche man in einer Zeit nicht erwarten sollte, wo die pneumatische Chemie auf einem so festen Grunde ruhet.

§. III.

Lavoisier zeigt an, dass er durch eine grosse Anzahl angestellter Versuche mit sehr reinem Sauerstoffgas, und aus Zucker und Quecksilber durch Salpetersäure entbundenem Salpetergas, m zwischen 1. 725 und 1. 830 gefunden habe. Eben dieses Verhältniss wird von dem grössten Theil unserer besten chemischen Handbücher, wie Chaptal, Girtanner, Jacquin, Gren und Scheele angegeben. Nach Priestley sind 100 Theile Lebensluft von 200 Theilen Salpetergas bis auf 0. 03 absorbirt worden; und so wäre $m = 1. 970$. Mit Lebensluft angestellte Versuche sind freilich nicht die geschicktesten zur Bestimmung der Theile Salpetergas, wel-

che sich mit einem Theil Sauerstoff in der Atmosphäre verbinden. Zwar ist dieser letztere von dem reinsten, aus oxygenirtem salzsauren Pflanzenalkali entbundenem Sauerstoff gewiss durchaus nicht verschieden; allein diese Einerleiheit der Eigenschaften lässt immer noch fürchten, dass die nemliche Substanz, je nachdem sie allein oder in Verbindung mit Azote wirkt, verschiedenen Gesetzen der Verwandschaft folgen könne. Da die beiden konstituierenden Grundstoffe unserer Atmosphäre sich schon dem Zustand einer chemischen Verbindung nähern, so wäre es wohl möglich, dass der Sauerstoff in der atmosphärischen Luft, welcher durch die Bande des Stickstoffs zurückgehalten wird, sich mit einem Theil Salpetergas in geringerer Quantität, als der reine, in der Lebensluft enthaltene Sauerstoff, verbinde. Es wäre möglich, dass eine künstliche Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff uns einen andern Werth von m gäbe, wie die atmosphärische Luft, und dass sich bald mehr, bald weniger oxygenirte Säuren bildeten. Die Fakta, welche wir in der Folge dieser Abhandlung darstellen wollen, werden uns beweisen, wie sehr diese Furcht gegründet war. Wir werden sehen, dass man, um Resultate heraus zu bringen, welche dem eudiometrischen Calcul zur Grundlage dienen können, das Verhältniss $m:n$ durch Versuche bestimmen muss, welche ganz unter den nemlichen Bedingungen angestellt werden, wie die, welche bei der Analyse der Atmosphäre in der fontanaschen Röhre statt finden. Allein, ehe wir zu dieser Arbeit selbst übergehen, wollen wir bei der Prüfung des lavoisierschen Hauptversuchs

verweilen. Man ehrt das Andenken dieses grossen Mannes, wenn man die kleinsten, in seinen der Nachwelt hinterlassenen Werken, hie und da zerstreuten Irrthümer berichtigt.

§. IV,

Bei der Vermischung von 300 Theilen Salpetergas mit 100 Theilen Sauerstoffgas, fand Lavoisier einen Rückstand von 128 Theilen; dieses gab für m . 1, 72. Man muss voraussetzen, dass dieser grosse Chemiker seine Versuche mit einem Sauerstoffgas angestellt habe, das von dem Phosphor ganz absorbiert werden konnte. Eine Azotation von 0, 10 (ein Zustand der Unreinheit, der weit öfter gefunden wird, als man gemeinhin glaubt) würde den Werth von m in $\frac{172}{90} = 1.91$ verändern. Mit der Unreinheit des Salpetergas verhält es sich anders. Da Lavoisier die Mittel, es zu probiren nicht konnte, so giebt es wahrscheinlich (und wir werden es bald beweisen) gar kein Salpetergas, das nicht wenigstens 0. 10 bis 0. 14 Azot enthielte. Allein diese Mischung ändert an Lavoisier's Berechnung nichts. Denn, gesetzt sein Salpetergas enthielte 0. 10 Azot, so würde der Rückstand des Salpetergas $= 128 - 30 = 98$, und $m = \frac{270 - 98}{100}$ wie vorher $= 1.72$. Herr Mayer in Erlangen, ein Geometer, der eine vortrefliche Abhandlung über den Wärmestoff geschrieben hat, sahe Rückstände von 123. 118 und 122 Theilen Salpetergas. Allein, alle diese Versuche sind in der eudiometrischen Röhre angestellt worden, welche niemals mehr als 3 Centimeter im

Durchmesser hat. Als ich in der nemlichen Röhre 300 Theile Salpetergas mit 100 Theilen Sauerstoffgas zusammenbrachte, erhielt ich ebenfalls 130, 132, 134 und 130 nicht absorbirte Theile; allein, bei Wiederholung des nemlichen Versuchs in einem Cylinder von 11 Centimetern im Durchmesser, waren die Rückstände nur 51, 53, 49, 58, 61, 59, 52, 53, 62, 49, 51 Theile in elf Versuchen. Die Absorption war also in dem weiteren Gefäße um 68 bis 85 Theile stärker, als in der eudiometrischen Röhre. Das Salpetergas, welches ich brauchte, enthielt o. 13, das Sauerstoffgas, o. 06 Azot: demnach war m gleich 2. 64. (Wenn man diese $300 - 39 - 13 = 228$ dividirt durch $100 - 6$, so sind die $39, 3 + 13$ Azot, und die 13 entstehen aus einem Rückstand von 58 Theilen — 39 und 6 Azot). So erhalten wir für m zwei verschiedene Werthe, einen von 1. 72, und einen von 2. 64. Der Erstere ist das Resultat eines Versuchs, in welchem das Sauerstoffgas nicht genug Berührungspunkte mit dem Salpetergas hat.

§. V.

Allein, ohne auf die eigen dazu angestellten Versuche, welche ich eben angeführt habe, und auf andere Umstände hinzuweisen, welche uns längst hätten auf die Gedanken bringen sollen, dass das Verhältniss von m : n weder wie 66 : 40, noch wie 69 : 40 geschätzt werden könne, darf man nur seinen Blick auf die eudiometrischen Zahlen richten, welche uns die berühmtesten Physiker angegeben

haben, und die vollkommne Uebereinstimmung betrachten, [welche unter diesen Zahlen herrscht, so wird man darüber erstaunen, wie nach der Rechnung, welche der Lavoisierschen Arbeit zum Grunde liegt, wenn man die Grade des Fontanaschen Eudiometers in Hundertheile verwandelt, die Atmosphäre sich zu einem Grad von Reinheit erhebt, den sie in unsern Klimaten nie erreicht. Jacquin und Scherer haben die mittlere Reinheit der atmosphärischen Luft in Wien 107° gefunden, indem sie nemlich 100 Theile Salpetergas mit 100 Theilen atmosphärischer Luft vermischten, war in der eudiometrischen Röhre eine Absorption von 93 Theilen. Nach der im §. I. angegebenen Formel, $m = 1.7$ angenommen, zeigen diese 107° , $\frac{34}{100}$ Sauerstoff an. Die nemlichen Data, verglichen mit der Erfahrung, dass man die grösste Unreinheit der Atmosphäre von 116° , und die reinste (See) Luft von 90° gefunden hat, geben für das Maximum des Sauerstoffs 0.40, und für das Minimum desselben 0.31; Zahlen, welche zur Richtigkeit der Rechnung kein Vertrauen einflössen.

§. VI.

Von der einen Seite erniedrigt der berühmte Lavoisier den Werth von m bis auf 1.7 oder 1.8; und von der andern erheben ihn Ingenhouss und Scherer (zu Wien) bis zu 3.5 und selbst 5. Ingenhouss (*Expériences sur les végétaux* a Paris 1787, pag. 205, 296) sagt sehr bestimmt, dass 6, 7, und biswelen noch mehr Maasse Salpetergas erforderlich sind, um 2 Maass Lebensluft zu sättigen. An

andern Stellen wiederholt er, dass 100 Theile Lebensluft 450 Theile Salpetergas vernichten, ehe das Volumen der Luftsäule sich zu vergrössern anfängt. Scherer setzt, in seinem Handbuch der Eudiometrie, $m = 4$ oder 5. Allein bei allen Versuchen, woraus diese Resultate gezogen sind, war die Unreinheit des Sauerstoffgas nicht bekannt; und da das Salpetergas in die Röhre nicht allmählig (in einzelnen Luftbläschen durch einen Hahn) sondern in ganzen Maassen eingelassen wird, so muss man sorgfältig bemerken, dass in dem Augenblick, wo man das vierte Maass aufsteigen liess, die ganze Lebensluft vielleicht schon bis auf $\frac{1}{100}$ absorbirt war, und in diesem Fall von dem letzten und vierten Maasse nur 0. 02 oder 0. 03 wirken konnten. Dennoch bliebe der Werth von m grösser als 3, ein Verhältniss, welches von der Lavoisierschen Berechnung in einem sehr hohen Grade abweicht, und dem zufolge das Maximum und Minimum der Reinheit unsrer Atmosphäre 0. 27 und 0. 21 Sauerstoff wäre. Die mittlere Güte der Luft zu Wien wäre, nach eben dieser Angabe, gleich 0. 23 Sauerstoff, eine Unreinheit der Luft, welche mit einer grossen Menge anderer Versuche, die ich in dieser Stadt mit Phosphor und Schwefel-Gewächssalkali (sulfure de potasse) angestellt habe, in geradem Widerspruch stehet. Nimmt man im Gegentheil für die mittlere Reinheit zu Wien oder Paris 0. 27 Sauerstoff an, so giebt die Formel $m = \frac{Z}{Y} - 1$ (wenn $Z = 93^\circ$ ist) den Werth von M zu Z ; eine Zahl, welche sich beinahe bis auf $\frac{1}{10}$ derjenigen nähert, die ich in der Folge als das Resultat meiner Untersuchungen angeben werde.

§. VII.

Da ich sah, wie sehr die eudiometrischen Berechnungen der berühmtesten Chemiker von der Wahrheit entfernt waren, so glaubte ich eine Arbeit von Neuem anfangen zu müssen, welche man noch nicht mit aller der Genauigkeit gemacht hatte, deren sie fähig ist. Meine Versuche waren dahin gerichtet: 1° die Natur des Salpetergas zu erforschen und die Grade seiner Azotation, durch schwefelsaures Eisen und oxygenirtes salzsaures Gas; 2°, die Bildung der Salpetersäure durch Vermischung des Salpetergas mit atmosphärischer Luft über Quecksilber; 3°, die Zersetzung des Wassers, und Bildung des Ammoniaks durch Schütteln des Salpetergas mit destillirtem Wasser; 4°, den Werth von M durch Mischung des Salpetergas mit Lebensluft in den Verhältnissen von 1 : 1, oder von 3 : 1 und in mehr oder weniger weiten Gefässen; 5°, die Unterschiede zwischen einer künstlichen Mischung von Sauerstoffgas und Stickgas, und der natürlichen atmosphärischen Luft; 6°, den Werth von M durch Zersetzung der atmosphärischen Luft mittelst des Salpetergas und Untersuchung des Rückstands. Der grösste Theil dieser Versuche ist in den Monaten Februar, März und April, während meines Aufenthalts zu Salzburg in Deutschland gemacht worden. Es sind die nemlichen, von welchen ich der ersten Klasse des Nationalinstituts in zwei, während der Sitzungen vom 6ten und 11ten Prairial vorgelesenen Abhandlungen, Rechenschaft abgelegt habe. Andere, und die entscheidensten Versuche, habe ich während zwei Monaten zu Paris in dem Labora-

torium der agence des mines, gemeinschaftlich mit Herrn Tassaert, einem geschickten Chemiker, dessen Einsichten und grosse Genauigkeit mir bei so feinen Untersuchungen ungemein nützlich waren, angestellt und wiederholt.

§. VIII.

Alle Physiker, welche mit dem Fontanaschen Eudiometer arbeiten, haben längst bemerkt, dass die bald mehr bald weniger verdünnte Salpetersäure, in den Resultaten ihrer Versuche eine Abweichung von 10 bis 15 Graden nach der hunderttheiligen Skala macht. Die nemliche atmosphärische Luft wird, mit zwei Arten Salpetergas verbunden, auf zwei sehr verschiedene Volumina gebracht. Von 200 Theilen bleiben bald 109, bald 124, und man würde mit Unrecht glauben, die untersuchte Luft sey, nach dem verschiedenen Volumen des Rückstandes, mehr oder weniger azotirt. Braucht man im Gegentheil, immer den nemlichen äusserst reinen Kupferfaden, und die nemliche mit 4 oder 5 Theilen destillirten Wasser verdünnte Säure, so wird man ein so gleichförmiges, in seinen Eigenschaften identisches Salpetergas entbinden, dass bei der Analyse der nemlichen atmosphärischen Luft mit 12 Portionen Salpetergas, durch die nemlichen Substanzen in 12 verschiedenen Retorten erhalten, die Resultate dieser Analysen nicht über 1 bis $1\frac{1}{2}$ Grade der eudiometrischen Skala von einander abweichen werden. Dieses wichtige Faktum, welches schon von Ingenhouss, Scherer, Vanbrede, Priestley

und Jacquin bekannt gemacht worden, stimmt mit den Erscheinungen vollkommen überein, die ich in einer Arbeit von mehrern Jahren beobachtet habe. Allein, welche Ursachen machen wohl das Salpetergas bisweilen so ungleich in seiner absorbirenden Eigenschaft? Ist es mit einigen heterogenen Substanzen vermischt, welche auf die Lebensluft nicht einwirken und das Volumen des Rückstandes nur ausdehnen? Diese Frage muss zuerst ausgemacht werden. Man muss die Natur des Salpetergas kennen, ehe man seine Verbindungen mit dem Sauerstoff untersucht.

§. IX.

Die luftförmigen Substanzen, welche wir als vermischt mit dem Salpetergas vermuthen können, lassen sich auf drei zurückbringen; nemlich: Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Der Sauerstoff kann aus den Zwischenräumen der angewendeten Substanzen hervorgehen; das Azot aus der nemlichen Quelle, vorzüglich aber aus einer Zersetzung der Salpetersäure; der Wasserstoff aus einer Zersetzung des Wassers, welche jedoch hier, wo das Metall das Oxygen aus der Säure an sich ziehen kann, wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Wir wollen mit dem Sauerstoff anfangen. Wenn das Salpetergas durch eine sehr starke Säure entbunden wird; wenn man eine grosse Menge dieser letzteren mit einem Mal anwendet, so wird man (wie klein auch die Retorte sey und wie sorgfältig man die in ihr enthaltene atmosphärische Luft ent-

weichen lasse) ein Salpetergas erhalten, in welchem der Phosphor einigen Schein von sich giebt. Das Oxygen aus der Atmosphäre, vorzüglich aus den Zwischenräumen der Säure hat, wie es scheint, nicht Zeit genug, um sich mit dem Salpetergas zu verbinden; es wird mit fortgezogen, und einige Atome desselben bleiben mechanisch mit dieser luftförmigen Flüssigkeit gemengt. Das Azot, dessen Daseyn in diesem luftförmigen Gemenge bald bewiesen seyn wird, scheint dieses Oxygen zu verbergen, und es gleichsam vor der Berührung der säurefähigen Basen zu schützen. Ich habe bisweilen den Phosphor in dem Salpetergas 4 bis 5 Minuten hindurch leuchten sehen; und nach Verlauf derselben verschwand der Schein, ohne dass sich das Volumen des Gas merklich geändert zeigte. Diese letztere Erscheinung darf uns nicht in Erstaunen setzen. Wir wissen durch andere Versuche, dass ein Minimum von Säure die Pflanzenfarben röthet, dass ein Minimum von Oxygen ein Leuchten des Phosphors, wie von faulem Holze hervorbringt. Die Verbrennung dieses Atoms Sauerstoff kann sich um so weniger durch eine Veränderung in dem Volumen zu erkennen geben, da ihr nicht nothwendig eine Absorbtion folgt, sondern vielmehr eine neue luftförmige Mischung aus Phosphor, Oxygen und Azote sich daraus bildet. Das langsam vermittelt einer schwachen Säure entbundene, und in geringer Quantität angewendete Salpetergas, verlöscht den Phosphor bei seiner ersten Berührung. Es scheint, dass nicht ein Atom freyes Sauerstoffgas damit gemengt ist; denn, da diese Substanz nur wenig Azote (kaum 0. 12.) findet, so verzehrt sie sich

durch die Bildung einer geringen Quantität Salpetersäure. Alle diese Erscheinungen beweisen uns, dass das Sauerstoffgas, womit bisweilen das Salpetergas verbunden ist, unsere Aufmerksamkeit nicht auf sich ziehen darf. Sie sind nur interessant, in so fern sie uns ein neues Beispiel geben, sowohl von der starken Anziehung, welche zwischen dem Oxygen und Azote Statt findet, als von der Art, wie bisweilen luftförmige Substanzen mit einander gemengt sind, ohne sich zu vermischen.

§. X.

Die Gegenwart des Azote ist schwerer in dem Salpetergas zu erkennen, als die des Oxygens. Ich habe zu diesem Ende zwei Mittel gebraucht, davon ein jedes seine Vortheile hat; nemlich: die Auflösung des schwefelsauren Eisens und die oxygenirte Salzsäure. Diese beiden Substanzen, davon die erstere bis itzt zu wenig in den Analysen des Gas gebraucht worden ist, absorbiren gleich gut das Salpetergas, und trennen das Azote davon. Priestley hat zuerst „die Zersetzung des Salpetergas durch eine Auflösung des grünen (Eisen-) Vitriols“ beobachtet. Er erwähnt dieses Umstands in der Vorrede zu dem vierten Bande seiner Versuche über die Luft (1780, S. 45.) und setzt hinzu: die Auflösung des schwefelsauren Eisens werde dadurch dunkler; sie werde grün, sobald sie der freien Luft ausgesetzt bliebe, und dieser Versuch könne auf andere nützlichere Versuche führen. Da ich (seit vorigen Winter) sehr oft Azote, durch Zer-

setzung der atmosphärischen Luft mittelst des Salpetergas und Waschen des Rückstandes mit der Auflösung des schwefelsauren Eisens bildete; da ich sogar einen Theil meiner eudiometrischen Rechnungen auf die Einwirkung dieses schwefelsauren Eisens gründete, so wurde es mir zum Bedürfniss, die Verwandschaftsgesetze zu untersuchen, nach welchen diese Absorbition des Salpetergas erfolgt. Ich glaubte anfänglich (und andere Chemiker waren der nemlichen Meinung) das schwefelsaure Eisen wirke, indem es sich desoxidire. Ich schrieb die schwarze Farbe der Auflösung der Bildung eines schwarzen Eisenkalks zu, welcher einen Theil seines Oxygens verlohren hätte, das von der säurefähigen Basis des Salpetergas angezogen worden. Allein, andere Betrachtungen setzten sich dieser Muthmassung entgegen, und machten mir wahrscheinlich, dass diese sonderbare (bis itzt so sehr vernachlässigte) Erscheinung sich auf eine, durch das Spiel der doppelten Verwandschaften erfolgende Zersetzung des Wassers gründe. Auf grosse Massen angestellte Versuche konnten allein diese Zweifel entfernen. Die Arbeit, welche ich zu diesem Ende gemeinschaftlich mit Herrn Vauquelin angestellt habe, war die Veranlassung zu einer Abhandlung, welche dieser grosse Chemiker in diesem Augenblick ausarbeitet. Wir sahen 43 Cubikcentimeter Salpetergas von 12 Decagrammen schwefelsaurem in destillirtem Wasser aufgelöstem Eisen, absorbirt werden. Es wird hinlänglich seyn, hier nur das Resultat, welches wir entdeckt haben, anzuzeigen: Es bildet sich nemlich bei diesem Versuch salpetersaures Eisen, und schwefelsaures Am-

moniak, und das Wasser zersetzt sich durch die doppelte Verwandschaft des Wasserstoffgas mit dem Stikgas, und des Sauerstoffgas mit dem Salpetergas.

§. XI.

Um die Menge der dem Salpetergas beigemischten luftartigen und heterogenen Substanzen zu bestimmen, muss man sich einer heissen und sehr gesättigten Auflösung des schwefelsauren Eisens bedienen. Wenn man ein Volumen von 100 Theilen mit dieser Auflösung während 4 bis 5 Minuten schüttelt, so wird man es bald bis auf 0. 09, bald bis auf 0. 45 vermindert sehen. Man will nun wissen, ob zum Beispiel dieser letztere Rückstand von 0. 09 kein Salpetergas mehr enthält. Um diese Frage zu entscheiden, darf man ihn nur mit 100 Theilen Sauerstoffgas mischen. Man wird das Volumen nicht um $\frac{1}{100}$ abnehmen, sondern seine 109 Theile behalten sehen. Vielmehr bemerkt man daran alle Eigenschaften, welche wir an dem Azote kennen. Wenn man das Salpetergas, anstatt es mit dem schwefelsauren Eisen zu schütteln, bloß mit diesem letztern in Berührung bringt, so geschieht die Absorbtion sehr langsam, und man braucht oft 8 bis 9 Stunden, um ihr Ende abzuwarten. Man wird alsdann bemerken, wenn man sehr sorgfältig arbeitet, dass das nemliche Salpetergas, welches geschüttelt, einen Rückstand von 0. 090 liess, nach dieser letzteren Methode, nur 0. 065 oder 0. 070 lässt. Meine Absorptionsröhre (die nemliche,

deren ich in der Abhandlung über die dreifachen Verbindungen erwähnt habe)*), ist sehr brauchbar, um diesen Unterschied genau anzugeben. Er rührt von der Luft her, welche in den Zwischenräumen der Auflösung des schwefelsauren Eisens enthalten ist. Diese Luft wird nicht frei, so lange man die Röhre in Ruhe lässt; aber sie entweicht und mischt sich mit dem Rückstande durch das Schütteln bei der ersten Operationsart. Zwei Beobachtungen unterstützen dieses Urtheil: 100 Theile atmosphärische Luft mit schwefelsaurem Eisen geschüttelt, vermehren ebenfalls das Volumen um 0. 020 bis 0. 025. Ein Salpetergas, in welchem der Phosphor durchaus keinen Schein von sich giebt, lässt oft, nach dem Waschen, ein Azote zurück, das die Phosphorescenz schwach unterhält. Nun beweisen andere Versuche, deren Aufzählung hier zu weitläufig wäre, dass die in den Zwischenräumen des schwefelsauren Eisens enthaltne atmosphärische Luft einen stärkeren Antheil von Azote hat, als die mit dem Brunnenwasser gemischte, indem ihr Sauerstoffgehalt 0. 12, gegen 0. 88 Azote beträgt. Diese nemliche Luft vermehrt daher das Volumen der Rückstände, und lässt einige Atome Sauerstoff hinein, welche vorher nicht darin befindlich waren, und die man schwerlich aus einer andern Quelle herleiten kann. Diese Betrachtungen müssen uns beweisen, dass man, beim Schütteln des Salpetergas

*) Diejenigen, welche sich dieses Instrument, das vorzüglich für die Kohlensäure als Kohlensäuremesser, oder mein neues Barometer zu verschaffen wünschen, werden sich an Herrn Dumontiez, rue du Jadinet, No. 12 wenden.

mit schwefelsaurem Eisen, den Rückstand um 0.02 bis 0.03 vermindern muss, um ihn als das Volumen des präexistirenden Azotes anzusehen. Eine grosse Menge, mit Herrn Tassaert angestellter Versuche hat uns gelehrt, dass diese Entweichung der Luft aus den Zwischenräumen des schwefelsauren Eisens sehr gleichförmig geschieht. Das nemliche Salpetergas gab in drei bis vier Versuchen, immer einen Rückstand von 0.090 bis 0.095, sobald man nur jedesmal eine Flasche von dem nemlichen Inhalt, ein gleiches Volumen Gas und eine bis zur gleichen Temperatur erwärmte Auflösung anwendete.

§. XII.

Man könnte auf die Meinung gerathen, das auf diese Art erhaltene Azote sey nicht vorher in dem Salpetergas befindlich gewesen, sondern durch eine theilweise Zersetzung dieses Gas entstanden. Man könnte annehmen: das schwefelsaure Eisen raube dem Salpetergas einen Theil seines Sauerstoffs und wirke auf dasselbe, wie Eisenfeil oder Schwefel - Pflanzenalkali (Sulfure de potasse) welche dieses Gas (nach den sinnreichen Versuchen der Herren Deimann und Troostwyck) in oxidirtes Azote (Oxide d'azote) oder Priestleys dephlogistisirtes Azote verwandeln. Die Arbeit, welche ich, in Verbindung mit Herrn Vauquelin, über die Wirkungen des schwefelsauren Eisens angestellt habe, beweist, wie sehr diese Voraussetzung ungegründet wäre. Das Salpetergas wird absorbirt, weil es sich mit

dem Oxygene aus dem Wasser verbindet, indess der Wasserstoff aus dem nemlichen Wasser sich mit dem Azote mischt, um Ammoniak zu bilden. Das salpetersaure Eisen, welches man in dem Rückstande des schwefelsauren Eisens gefunden hat, lehrt uns, dass das Salpetergas sich bei dieser Operation oxidirt, anstatt sich zu entoxidiren. Nur wäre es aber gegen alle chemische Analogie, wenn die nemlichen Substanzen zu gleicher Zeit einander gerade zuwiderlaufenden Gesetzen der Verwandtschaft folgten. Es ist nicht wahrscheinlich, dass einige Bestandtheilchen eines Gas Sauerstoff annehmen, indess andere welchen verlieren. Auch könnte man alsdann das Problem nicht auflösen, warum ein Salpetergas beständig (in 6 oder 8 Versuchen) einen Rückstand von 0.12 oder 0.13 Azote lässt, indess bei einem andern 0.35 oder 0.34 erschienen. Diese beständigen Differenzen beweisen hinlänglich, dass die Natur des Gas nicht immer die nemliche ist. Lange vor der Gründung der neueren Chemie hatte Herr Fourcroy schon bemerkt, dass das phlogistisirte Gas in den meisten Fällen mit Salpetergas gemischt sey.

§. XIII.

Die nemliche Quantität Azote, welche die Auflösung des schwefelsauren Eisens in dem Salpetergas verräth, zeigt sich ebenfalls vermittelst des oxygenirten salzsauren Gas. Versuche mit dieser letzteren Substanz dienen nicht bloß zur Bestätigung der Rechnung; sie schienen mir sogar un-

umgänglich zur Berichtigung derselben. Das schwefelsaure Ammoniak, welches sich in dem Rückstande des schwefelsauren Eisens findet, mit Salpetergas geschüttelt, zeigt uns an, dass einige hundert Theile Azote ihre Luftgestalt verloren haben, um sich mit dem Wasserstoff aus dem zersetzten Wasser zu verbinden. Demnach giebt uns die Analyse des Salpetergas mittelst des schwefelsauren Eisens überall das präexistirende Azote an. Man musste das Maximum dieses Irrthums schätzen, indem man das nemliche Gas auf zwei verschiedenen Wegen, durch das schwefelsaure Eisen und das oxygenirte salzsaure Gas untersuchte. Um die in diesem letzteren enthaltene Menge atmosphärischer Luft zu bestimmen, brachten wir dieselbe mit dem Wasser in Berührung: es war oxygenirtes salzsaures Pflanzenalkali (*du muriate oxygéné de potasse*) entbunden, und bis auf 0.10 in dem Wasser absorbirt worden. Dieser Rückstand enthielt nur 0.07, oder 0.06 Azote. Allein 100 Theile sehr reines Salpetergas mit 100 Theilen dieser eben untersuchten oxygenirten Salzsäure in Berührung gebracht, liessen einen Rückstand von 0.02, welcher alle Eigenschaften des Azote hatte. Da nun das Salpetergas die 0.03 oder 0.04 des Sauerstoffs vernichtet hatte, welcher in der atmosphärischen Luft der oxygenirten Salzsäure enthalten war, so zogen wir von dem Rückstand der 0.10, den atmosphärischen Stickgasgehalt von 0.06 ab, und fanden also 0.14 in dem geprüften Salpetergas präexistirendes Azote. Dieses nemliche Salpetergas, durch schwefelsaures Eisen analysirt, gab einen Rückstand von 0.11 Azote. Wenn man nun (§. XI.) ohngefähr 0.02

für die durch die Zwischenräume freigewordene Luft abzieht, so beweist dieser Umstand von 0.09, dass 14—9 oder fünfhundert Theile Azote zur Bildung des Ammoniaks sind verwendet worden. Andere mit den nemlichen Substanzen angestellte Versuche, gaben beständig Differenzen von 0.05 oder 0.06. Die Richtigkeit dieser Angabe wurde sogar durch eine sehr unreine oxygenirte Salzsäure bestätigt, welche 0.55 atmosphärische Luft enthielt. Wir fanden diese 55 Theile sehr unrein. Sie waren aus 43 Azote und 12 Sauerstoff zusammengesetzt. 100 Theile dieser Salzsäure mit 100 Theilen Salpetergas gemischt, gaben einen Rückrand von 57 Theilen, welche (durch das Salpetergas analysirt) als reines Azote erkannt wurden. Da nun 43 Theile Azote in der oxygenirten Salzsäure präexistirt hatten, so muss man 0.14 für das Salpetergas rechnen. Dieses nemliche durch schwefelsaures Eisen geprüfte Gas, liess einen Rückstand von 0.09 und 0.08. Es folgt aus den verschiedentlich mit Herrn Tassaert angestellten Versuchen, dass bei dem Schütteln des Salpetergas mit schwefelsaurem Eisen, wenn die Quantität des präexistirten Azote genau angegeben werden soll, der Rückstand um ohngefähr drei hundert Theile vermehrt werden muss; denn, wenn man 0.02 für die Luft aus den Zwischenräumen abziehet, so muss man 0.05 wegen der Bildung des Ammoniaks hinzusetzen. Ich darf nicht erst bemerken, dass diese Regel nur für die Gasarten von mittelmässiger Reinheit, wie die Chemiker sie gewöhnlich bereiten, dienen kann. Wenn man mit einem Salpetergas von 0.30 oder 0.40 Azote arbeitet, so müssen die durch schwefelsaures Eisen

und oxygenirte Salzsäure erhaltenen Resultate nothwendigerweise noch mehr von einander abweichen. Es kömmt hier nur darauf an, den Weg zu zeigen, durch welchen diese Schwierigkeit gehoben werden kann.

§. XIV.

Wir haben bisher gesehen, dass das Salpetergas einige Atome Sauerstoff (§. IX.) enthält; dass aber das Stickgas allein das Volumen desselben verändert. Es bliebe nur noch die Gegenwart des, durch eine Zersetzung des Wassers, welches der Salpetersäure zur Grundlage dient, vielleicht gebildeten Wasserstoffs zu untersuchen übrig, wenn die analytische Chemie uns die Mittel an die Hand gäbe, ein wenig mit dem Azote gemischtes Hydrogene zu entdecken. Das Wägen, die Verbrennung und die Bildung des Ammoniaks, dies wären die drei Methoden, welche man zu diesem Ende versuchen könnte. Ein reines Azote muss ohne Zweifel specifisch schwerer seyn, als ein mit Wasserstoff gemischtes; aber das in dem Gas enthaltene Wasser, welches ihm nicht ganz entführt werden kann, verhindert das richtige Urtheil über das Gewicht einer luftförmigen, mit fremdartigen Theilen gemischten Flüssigkeit. Der Phosphor löst sich gewiss in dem Azote auf. Wer wollte es aber unternehmen, die Gewichtsveränderung anzugeben, welche diese Auflösung hervorbringen muss? Viel Wasserstoff, mit Azote gemischt, zeigt sich durch die Verbrennung, für welche das Gemische empfäng-

lich wird, sobald man es mit Sauerstoffgas zusammenbringt. Aber ein wenig Wasserstoff verbirgt sich so sehr in einer grossen Azotemasse, und wird von derselben durch so mächtige Verwandschaften gebunden, dass weder die Verbrennung noch die Bildung des Wassers merklich werden. Die mephitischen Luftarten in den Steinkohlengruben liefern auffallende Beispiele dieser letzteren Erscheinung. Man könnte noch den Voltaschen Eudiometer versuchen, in welchem, vermittelt des elektrischen Funkens, ein Gemische aus Wasserstoffgas und Stickgas Ammoniak geben; allein, da die Elektrizität zugleich die in den Gasarten enthaltene Feuchtigkeit und den ganzen Apparat zersetzt, so wäre man niemals gewiss, ob sich das Wasserstoffgas vor der Operation in dem Stickgas oder in dem zersetzten Wasser befunden hätte. Ich habe es für nothwendig gehalten, die mit diesen Methoden verbundenen Schwierigkeiten zu untersuchen, um die Aufmerksamkeit der Chemiker auf ein so interessantes Problem, wie die Trennung des Wasserstoffs von dem Stickgas ist, zu richten. Ich vermuthe das Azote in der Athmosphäre, in den niedrigsten Luftschichten, beständig mit ein wenig Wasserstoff gemischt; und es wäre für die Meteorologie (und namentlich für die Hygrometrie) äusserst wichtig, diese Vermuthung durch Thatsachen zu bestätigen oder zu widerlegen.

§. XV.

Wenn man Salpetersäure auf den reinsten Kupferfaden giesst, so zersetzt sich ein Theil der Säure

gänzlich, und entbindet Stickgas, indess ein anderer Theil derselben bloss sich desoxidirt und Salpetergas bildet. Ich weiss nicht, ob es möglich ist, ganz reines Salpetergas zu machen. Bei der Arbeit eines Jahres, während dessen ich täglich mit diesem Gas operirte, habe ich keines erhalten, das nicht mit Stickgas gemischt gewesen wäre. Das Minimum von Azotation, das ich bemerkt habe, war 0.10 und das Maximum derselben 0.68. Priestley erhielt bei einer Vermischung von 100 Theilen Salpetergas mit 100 Theilen ganz reiner Lebensluft, nur einen Rückstand von 0.03. Man könnte hierinn den Beweis finden, dass dieser sinnreiche Physiker mit einem weit reineren Gas, als das meine war, gearbeitet habe. Aber, wir werden in der Folge dieser Abhandlung sehen, durch welche Ursachen ein Theil des Azote in den eudiometrischen mit Sauerstoffgas angestellten Versuchen, verschwinden musste. Das Salpetergas, welches die Chemiker zur genauen Analyse der Athmosphäre bereiten müssen, wird durch eine mit so viel destillirtem Wasser verdünnte Salpetersäure erhalten, dass seine spezifische Schwere sich nur auf etwa 17 oder 21 Grad des Braunieschen Aerometers beläuft. Bei diesem Grad der Schwere geben 3 Decagramme Kupfer und 30 Decagramme Säure 5227 Cubikcentimeter Salpetergas, welches 0.13. bis 0.14 Azote enthält. Sehr starke oder sehr schwache Säuren entbinden nicht nur äusserst unreine, sondern auch in ihrem Azotationsgrade äusserst verschiedene Gasarten. Es würde ziemlich schwer fallen, die Ursachen dieser kleinen Erscheinungen, welche mit Verwandtschaftsspielen zusammenhängen,

deren Modifikationen wir nicht kennen, zu erklären. Aber es ist gewiss, und durch eine grosse Menge Versuche bewiesen, dass die Salpetersäure nur unter einem bestimmten Grade der Verdünnung, beständig Luftarten von 0.10 oder 0.13 Azote giebt; und ohngeachtet dieser Grad durch die oben angegebene aerometrische Zahl hinlänglich bestimmt wird, so scheint es doch weit sicherer, sich auf dieses Maas nicht einzuschränken, sondern vielmehr den äusserst einfachen und durchaus nicht schwierigen Versuch mit dem schwefelsauren Eisen vorzunehmen. Wenn man einmal eine geringe Menge Säure bereitet hat, so ist es leicht, sich eine jede beliebige Menge derselben, welche ein Gas von der nemlichen Reinheit entbindet, zu verschaffen. Man braucht nur vergleichende Versuche mit der nemlichen atmosphärischen Luft anzustellen. Wenn das durch die neue Säure erhaltne Salpetergas genau den nemlichen Grad der eudiometrischen Skala angiebt, wie das Salpetergas, dessen Azoteantheil man kennt, so braucht man es nicht mehr durch schwefelsaures Eisen oder oxygenirte Salzsäure zu analysiren.

§. XVI.

Die starken Säuren geben überhaupt ein mehr azotehaltiges Salpetergas als, die schwachen; indessen habe ich auffallende Ausnahmen bemerkt. Eine Salpetersäure, welche ein Salpetergas zu 0.35 Azote entbunden hatte, wurde mit 9 Theilen destillirten Wasser gemischt. Mehrere Stunden verflos-

sen, che ein Wasserbläschen in dem penumatischen Apparat erschien. Während einer ganzen Nacht bildeten sich almählig 17 Cubikcentimeter Salpetergas, welches bei der Probe durch schwefelsaures Eisen 0.47 Azote enthielt. Wenn, im Gegentheil, die Säure sehr stark ist und ein Salpetergas mit vielem Azotegehalt sich bildet, so kann man gewiss seyn, dass der Grad der Azotation abnimmt, so wie mehr Gas sich entbindet und so wie es langsamer zum Vorschein kömmt. Wenn man mit der Epoche der Gasentwicklung gleiche Massen desselben abscheidet, so wird man oft elastische Flüssigkeiten erhalten, in welchen das Azote in arithmetischer Progression abnimmt. Ich habe nach und nach 140 Cubikcentimeter Salpetergas gesammelt, welche 0.62, 0.51, 0.43, 0.30 Azote enthielten. Die Ammoniakauflösung entwickelt beständig Salpeterdämpfe aus diesen luftförmigen Gemischen. Die Reinheit des angewendeten Metalls hat ebenfalls einen sehr bemerkbaren Einfluss auf die Reinheit des Salpetergas. Die nemliche Säure, auf Messing- oder Kupferfaden gegossen, entwickelt aus denselben in seinem Azotegehalt sehr verschiedenes Salpetergas. Das Erstere enthält 0.25 Azote, wenn das Letztere nur 0.12 angiebt. Die starke Verwandtschaft des Zinks mit dem Sauerstoff scheint diese Differenz in der Zersetzung (Desoxidation) der Salpetersäure zu bewirken. Alle diese Modificationen des Salpetergas würden diese Substanz für analytische Arbeiten untauglich machen, wenn wir nicht gewisse und gerade Wege (§. XI-XIII.) kennen, um den Grad ihrer Unreinheit zu bestimmen.

§. XVII.

Nachdem die Natur des Salpetergas untersucht worden, müssen wir es nunmehr mit dem Oxygene in Berührung sehen. Da das Wasser an und für sich selbst das Salpetergas zersetzt (§. XIX.), so wäre es natürlich, diese Arbeit in einem Quecksilberapparat anzufangen. Man könnte hoffen, durch dieses Mittel und durch die mit dem Wasser angestellten vergleichenden Versuche den Antheil heraus zu bringen, welcher dem Feuerstoff- oder Salpetergas, oder den Flüssigkeiten angehört, durch welche man dieselben hindurchlässt. Aber die Arbeit, welche ich in dieser Absicht in dem Laboratorium der polytechnischen Schule unternommen habe, hat bewiesen, wie sehr diese Hoffnung ungegründet ist. Als ich 100 Theile Salpetergas (zu 0.12 Azote) mit 100 Theilen atmosphärischer Luft (zu 0.074 Sauerstoff) vermischte, wurde die Luft auf der Stelle roth; aber die ganze Säure, welche sich bildete, blieb luftförmig. Nach 18 Stunden zeigten sich nur wenige Tropfen gebildeter Säure, welche auf dem Quecksilber schwammen. Von dem 14ten bis zum 16ten Thermidor zeigte keine Glocke eine Absorption über 0.36, indess man wenigstens 0.94, oder 0.96 hätte erwarten sollen. Um dem zurückgebliebenen Azote die grosse Quantität Salpetergas, welche man darin schwebend vermuthen musste, zu entführen, brachte ich es mit ätzendem Alkali in Berührung; dieses verminderte das Volumen in 36 Stunden nur um 0.02. Diese Erscheinung darf uns nicht in Verwunderung setzen. Wir sehen bei einer grossen Menge ähnlicher Ver-

suche, dass Wasser erforderlich ist, um eine Säure aus dem luftförmigen Zustande in den flüssigen zu versetzen. Es kann sich daher (bei der Berührung des atmosphärischen und Salpetergas über Quecksilber) nur in so fern Salpetersäure bilden, als sich Feuchtigkeit in dem Apparat und den Gasarten befindet. Als ich 100 Theile Ammoniakgas unter den Apparat brachte, welcher noch einen Rückstand von 164 Theilen enthielt, erhielt ich eine Absorbtion von 53 und 55 Theilen; nun waren

- o. 36 durch die Berührung der Luftarten selbst,
- o. 02 durch das Pflanzenalkali
- o. 54 durch das Ammoniakgas

o. 92 absorbirt worden;

das Volumen hatte also um $\frac{92}{100}$ abgenommen; eine Abnahme, welche sich derjenigen sehr nähert, die man nach der Analogie der über Wasser angestellten Versuche erwarten musste. Da das Ammoniakgas nie ganz rein, und die zur Sättigung eines Theils luftförmiger Säure erforderliche Quantität Gas, nicht bekannt ist, so kann man sich auf die strenge Richtigkeit einer so zusammengesetzten Rechnung nicht verlassen.

§. XVIII.

Um die Verbindung des Salpetergas mit dem Oxygene zu untersuchen, muss man die Arbeit über Quecksilber aufgeben. Man muss wieder mit Wasser operiren und diese Untersuchung wird um so

nützlicher seyn, da der berühmte Lavoisier sich beständig der nemlichen Methode bediente. Durch Vergleichung seiner Resultate mit den unsrigen, werden wir dahin gelangen, die Zweifel, welche den Chemiker bei der eudiometrischen Berechnung verwirren, zum Theil zu lösen. Man hat bemerkt (seitdem man Arbeiten über die Reinheit der Luft macht) dass das Salpetergas, mit Wasser geschüttelt, eine Verminderung des Volumens erleidet. Einige Physiker schreiben diese Veränderung einer wahren Absorbtion, einer Auflösung des Salpetergas im Wasser; andere, der in den Zwischenräumen aller Flüssigkeiten enthaltenen Luft zu. Herr Vanbreda zu Delft hat sehr genaue Untersuchungen über den Einfluss des Regen- und Brunnenwassers und über die eudiometrischen Zahlen angestellt; und die schönen Versuche des Herrn Hassenfratz über den reichen Antheil des im Schnee und Regenwasser enthaltenen Sauerstoffs, lassen vermutben, dass die Luft in den Zwischenräumen des Wassers eine wichtige Rolle bei der Absorbtion des Salpetergas spielt. Als wir diese Wirkungen mit den bei der Zusammensetzung des schwefelsauren Eisens beobachteten Erscheinungen verglichen, vermutheten wir, Herr Tassaert und ich, dass die bloße Berührung des Salpetergas mit destillirtem Wasser wohl eine Zersetzung dieses letzteren verursachen könne. Wir untersuchten sorgfältig eine geringe Quantität destillirten, mit vielem, sehr reinem Salpetergas geschüttelten Wassers, und fanden, vermittelt der Kalkerde und Salzsäure, dass sich salpetersaures Ammoniak darin bildet. Das Wasser zersetzt sich, während dieser Operation, durch eine doppelte

Verwandschaft des Sauerstoffs mit dem Salpetergas, und des Wasserstoffs mit dem Azote; es bildet sich Salpetersäure und Ammoniak; und, ohngeachtet die Quantität des letztern zu geringe ist, um genau angegeben werden zu können, so offenbart sich doch sein Daseyn (auf eine ungezweifelte Art) durch die Entwicklung von Dünsten, welche in der Nähe der Salzsäure weiss werden. Wir sehen hier ein auffallendes Faktum, die Bildung einer alkalischen Substanz durch die Berührung einer Säure und des Wassers; und wir verdanken der neueren chemischen Theorie, und vorzüglich Herrn Berthollets grossen Arbeiten die Leichtigkeit, mit welcher wir diese seltsame Erscheinung erklären können.

§. XIX.

100 Theile Salpetergas (zu 0.14 Azote) mit frisch bereitetem, destillirtem Wasser geschüttelt, vermindern ihr Volumen um 0.11, oder 0.12. Das nemliche Gas, in Berührung mit Brunnenwasser, verliert nur 0.02. Die Ursache dieser Differenz von 0.09 oder 0.10 darf weder der Unreinheit der atmosphärischen, in den Zwischenräumen des Wassers befindlichen Luft, noch der Zersetzung dieses Wassers, zugeschrieben werden. Die Differenz selbst ist nur anscheinend; denn die Salpetersäure, welche sich durch die Berührung des Salpetergas mit dem Brunnenwasser bildet, zersetzt den kohlensauren Kalk in demselben; so entwickelt sich Kohlensäure, welche das

Volumen des Rückstandes vermehrt, und die Absorption des Salpetergas unmerklicher macht. Um die Quantität dieser Kohlensäure zu bestimmen, wusch ich den Rückstand mit Kalkwasser. In einer grossen Menge Versuche nahm das Volumen um 0.09 oder 0.07 ab. Hieraus muss man schliessen, dass das Brunnenwasser wirklich $9 + 2$ oder $7 + 2$ Theile Salpetergas, das heisst: beinahe eben so viel wie das destillirte Wasser absorhirt. Die nemlichen anscheinenden Differenzen, welche die verschiedenen mit dem Salpetergas allein in Berührung gebrachten Wasser liefern, zeigen sich auch, wenn man die Analyse der atmosphärischen Luft in zwei Röhren anstellt, davon die eine mit destillirtem, die andere mit Brunnenwasser gefüllt wird. Acht Versuche gaben für die erstere einen Rückstand von 101 oder 102; für die letztere, einen Rückstand von 112 oder 113. Ich bereitete, vermittelst der atmosphärischen Luft und eines reinen (durch Thonerde erhaltenen) Azote ein Luftgemische aus 0.12 Sauerstoffgas und 0.8 Stickgas. Diese Mischung gab über destillirtem Wasser versucht, nur einen Rückstand von 156, 155, $155\frac{1}{2}$; und über Brunnenwasser, 165, 166, $164\frac{1}{2}$. Die Differenzen waren also beständig von 0.10 bis 0.11; ein Resultat, welches für die Analyse der Gasarten so wichtig, als beruhigend ist. Der Physiker darf nunmehr, um die eudiometrischen Zahlen, welche er dem Publikum vorlegt, vergleichbar zu machen, nicht immer in destillirtem oder gekochtem Wasser arbeiten. Genug, wenn er ein für allemal die absorbirende Kraft des Wassers, dessen er sich bedient, gegen destillirtes Wasser bestimmt. Sobald

diese Kraft durch die Differenz des absorbirten Volumens angegeben ist, kann man sich leicht eine kleine Correctionstafel verfertigen, um alle eudiometrischen Zahlen auf das Verhältniss der mit destillirtem Wasser angestellten Versuche zurückzubringen.

§. XX.

Wenn man über die Mittel nachdenkt, um den Werth von $m:n$, oder (§. 1.) die zur Sättigung eines Theils Sauerstoffgas erforderliche Quantität Salpetergas zu finden, so eröffnen sich unserm Geiste zwei Wege, davon der berühmte Lavoisier einen versucht hat. Man kann (wie er) 300 Theile Salpetergas mit 100 Theilen Sauerstoffgas mischen, und die Abnahme des Volumens bemerken; oder: man kann gleiche Theile athmosphärischer Luft und Salpetergas zusammensetzen, und den Rückstand analysiren, um durch das Volumen des Azote aus der Athmosphäre die Menge des Sauerstoffs zu bestimmen. Allein, ehe diese Methoden selbst mit allen einzelnen Umständen erörtert werden, muss man bemerken, dass beide einem kleinen Irrthum unterworfen sind, dessen Gränzen wir glücklicherweise angeben können. Da wir die, in dem Salpetergas, mit welchem wir arbeiten, enthaltene Menge Azote zu schätzen wissen, so werden wir das Volumen des absorbirten Gas genauer bestimmen, als man es zur Zeit Lavoisiers konnte. Allein, wir müssen, wie dieser grosse Chemiker, über Wasser arbeiten; und da diese Flüssigkeit (§. XVIII - XIX.)

einen Theil des Salpetergas absorhirt und zersetzt, so kann man nicht annehmen, dass das ganze Volumen, welches sich in dem Rückstande nicht wiederfindet, sich mit dem atmosphärischen Gas verbunden habe. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die säurefähigen Basen des Salpetergas, wenn sie mit atmosphärischer Luft in Berührung sind, weniger auf das Wasser wirken, als wenn man sie allein mit dieser Flüssigkeit schüttelt: jederzeit aber muss diese Wirkung statt haben, wenn wir auch ihre Folgen nicht genau bestimmen können. Wir werden im Verlauf dieser Abhandlung (§. XXIX.) sehen, dass das Maximum dieses Irrthums den Werth von m nur um 0.3 verändern kann. Es ist möglich, dass $m:n$ statt wie 2.6:1 sich verhalte wie 2.3:1. Aber selbst diese kleine Ungewissheit betrifft nur eine theoretische Spekulation. Sie hat fast keinen Einfluss auf die eudiometrische Berechnung der Luft. Wenn das Wasser einmal 0.07, und ein anderes Mal 0.03 Salpetergas wegnähme; alsdann wäre diese Berechnung den bedeutendsten Irrthümern unterworfen. Man würde nicht mehr wissen, ob die Differenz der absorbirten Luftmengen der Reinheit der Luft, oder der Wirkung des in der eudiometrischen Röhre enthaltenen Wassers, zugeschrieben werden müsse. Glücklicherweise haben die genauen Arbeiten eines Ingenhouss und mehrerer berühmten Physiker diese Zweifel gelöst. Die nemliche atmosphärische Luft, über dem nemlichen Wasser analysirt, giebt beständig die nemlichen Zahlen der eudiometrischen Skala. Beim Arbeiten übersteigen die Differenzen nicht einen Grad. Eine atmosphärische Luft über zweyen verschiedenen Arten

Brunnenwasser versucht, wird einen Rückstand von 108 und 105 Theilen lassen. Man vermische einige Stickgasbläschen mit dieser Luft, so wird die zweite ähnliche Analyse 112 und 109, oder 108. 5, geben. Hieraus muss man schliessen, dass die Menge, welche das Wasser absorbiert, wenn man es mit gleichen Theilen Salpetergas und atmosphärischer Luft schüttelt, einen beständigen Werth hat. Man setze diesen Werth $= \lambda$, so sieht man leicht, dass, genau gesprochen, unsere Versuche nicht den Werth von $z = y + x$, sondern $= y + x + \lambda$ angeben; eben so drückt die Formel $\frac{z}{y} - 1$ nicht genau den Werth von m , sondern den von $m - \frac{\lambda}{y}$ aus. Es ist hinreichend, diesen Punkt anscheinender Ungewissheit berührt zu haben. Vergleichende Versuche, und gegen das Ende dieser Abhandlung anzustellende Betrachtungen, werden uns beweisen, dass jede Verbesserung hier beinahe überflüssig ist.

§. XXI.

Von den beiden (§. XX.) angezeigten Methoden zur Schätzung des Werths von $m:n$, muss die von Lavoisier befolgte, zuerst unsre Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Ich werde meine Versuche in tabellarischer Uebersicht darstellen. Das Sauerstoffgas, mit welchem ich gleiche Theile Salpetergas mischte, wurde bald aus dem salpetersauren, bald (um es reiner zu haben) aus dem oxygenirten salzsauren Pflanzenalkali entwickelt. Die Ausdrücke: scheinbare und wirkliche Absorption, be-

deuten eine Verbesserung, welche die Chemiker bis itzt vernachlässigt haben. Wenn man 100 Theile Salpetergas mit 0.10 Stickgas und 100 Theilen Sauerstoffgas mischt, so wird das Volumen um 0.28 abnehmen. Aber diese Abnahme ist nur scheinbar. Da der Rückstand um 0.10 Azote vermehrt worden ist, so muss man diese Zahlen hinzufügen, um die Quantität des durch das Salpetergas wirklich absorbirten Sauerstoffs zu schätzen. Da die Absorbition sehr schnell vor sich gehet, und die eudiometrische Röhre fast nicht geschüttelt worden ist, so hielt ich es nicht für nöthig, die Luft, welche aus den Zwischenräumen des Wassers entwichen seyn möchte, in Anschlag zu bringen. Der Werth von m ist der Quotient von 100, durch die wirkliche Absorbition dividirt.

Versuche

mit

gleichen Theilen Sauerstoff und Salpetergas.

Volumen des im Sal- petergas ent- haltenen Azote	Scheinbare Absorbtion	Wirkliche Absorbtion.	Werth von m:n
o. 10	o. 29	1. 39	2. 5 : 1
o. 10	o. 28	o. 38	2. 6 : 1
o. 12	o. 26	o. 38	2. 6 : 1
o. 14	o. 26	o. 40	2. 5 : 1
o. 18	o. 18	o. 36	2. 7 : 1
o. 18	o. 19	o. 37	2. 7 : 1
o. 18	o. 20	o. 38	2. 6 : 1
o. 20	o. 10	o. 30	3. 3 : 1
o. 20	o. 11	o. 31	3. 2 : 1
o. 21	o. 08	o. 29	3. 4 : 1
o. 21	o. 15	o. 36	2. 7 : 1
o. 23	o. 14	o. 37	2. 7 : 1
o. 25	o. 06	o. 31	3. 2 : 1

Der mittlere Ausdruck für den Werth von m ist also ≈ 2.82 ; welches von der bis itzt von den neueren Chemikern angenommenen Zahl 1.72, sehr abweicht. Ich glaube, in zahlreichen, mit sehr unreinen Sauerstoffgasen angestellten Versuchen, deren weitläufige Auseinandersetzung den Leser nur ermüden würde, bemerkt zu haben, dass die Absorbtion der Gase um so geringer, und folg-

lich der Werth von m um so viel grösser wird, als die Lebensluft reiner ist. Da der Sauerstoff in einem unreineren, oder mehr azotehaltigem Gas nicht so frei ist, so scheint es, dass die Vermischung des Salpetergas mit demselben alsdann langsamer erfolgt, und weniger Theile des Letzteren mit dem Ersteren sich zu vereinigen streben. Es bildet sich eine mit dem Wasser mischbare, aber weniger oxygenirte, dem Zustand der salpetrigen Säure (*acide nitreux*) nähere Salpetersäure. Ueberhaupt habe ich in dem Lauf dieser Versuche bemerkt, dass wir beiden, mit dem Sauerstoffgas angestellten, noch lange die schöne Uebereinstimmung vermissen werden, welche uns die Analyse der Atmosphäre gewährt. Ein durch die Natur gebildetes Luftgemische ist gleichartiger, einförmiger in seinen Verwandtschaften, als künstliche, aus verschiedenen Substanzen und unter weit von einander abweichenden Temperaturen entwickelte Gasarten.

§. XXII.

Wenn man, anstatt gleiche Theile Sauerstoff und Salpetergas zu mischen, 300 Theile Salpetergas und 100 Theile Sauerstoffgas in die eudiometrische Röhre bringt, so fällt der Werth von m (anstatt 2. 8 bis 3. 1 zu bleiben) bis auf 1. 8. Die Absorption des Gas scheint alsdann unendlich gering, nicht etwa, weil alsdann weniger Salpetergas erforderlich wäre, um 0. 02 Sauerstoff zu sättigen, sondern, weil die Salpetersäure in einer Röhre von 25 Millimeter im Durchmesser, von der kleinen Oberfläche des Wassers, welches sie in

den flüssigen Zustand überführen könnte, zu entfernt ist, und daher grötentheils in ihrem luftförmigen Zustande beharrt. Wir finden hier, wie ich glaube, die nemliche Schwierigkeit, welche sich unsern Arbeiten in dem Quecksilberapparat entgensetzte; denn, wenn man, (wie §. IV angezeigt worden) die nemliche Mischung von Sauerstoff und Salpetergas in einem Gefässe von 10 oder 15 Centimeter im Durchmesser bereitet, so ist die Absorption sehr beträchtlich, und der Werth von m steigt bis auf 2.6 oder 2.7. Als ich die äusserst reine Lebensluft, welche Herr Guyton zur Verbrennung eines Diamanten bestimmt hatte, untersuchte, mischte ich 3 Theile Salpetergas zu 0.10 Azote, mit einem Theile Sauerstoffgas unter einer sehr weiten Glocke, und ohne den Apparat zu schütteln. Der Rückstand war nur 0.31, ein zuverlässiger Beweis, dass nur das im Salpetergas präexistirende Azote übrig blieb. Dieser Versuch giebt $m = \frac{270}{100} = 2.7$.

§. XXIII.

Ehe ich zur zweiten Methode den Werth von $m:n$ zu schätzen, zu den Versuchen mit atmosphärischer Luft, übergehe, muss ich mich bei einer für die Meteorologie äusserst wichtigen Beobachtung aufhalten. Während unsrer Arbeiten über die reine Lebensluft, kam uns der Gedanke ein, die Natur nachzuahmen, und durch 0.25 Sauerstoffgas und 0.75 Stickgas, ein der atmosphärischen Luft ähnliches Gemische hervorzubringen.

Wenn dieses Gemische den Versuchen mit Luft aus der Athmosphäre ähnliche Resultate gegeben hätte, so würde man, nachdem der Werth von y gefunden war, leicht haben m bestimmen können. Wir bereiteten Stickgas vermittelst des Salpetergas und schwefelsauren Eisens; 400 Theile davon wurden mit 100 Theilen ganz reiner, aus oxygenirtem salzsaurem Pflanzenalkali entwickelter Lebensluft gemischt. Dieses Gemische, zu gleichen Theilen in der Fontanaschen Röhre analysirt, gab eine Absorption von 0.98; indess die athmosphärische Luft (zu 0.27 Sauerstoff) nur 0.93 gab. Ein zweites künstliches Gemische, welches 0.20 Sauerstoff und 0.80 Stickstoff enthielt, liess in der eudiometrischen Röhre nur einen Rückstand von 121 Theilen. Diese öfter wiederholten Versuche, gaben den Werth von $m = 2.9$. Da eine künstliche, minder reine Luft mehr Salpetergas absorbirt, als eine natürliche, so kann man hieraus schliessen (ein Urtheil, welches von einer grossen Menge anderer Erscheinungen unterstützt wird), dass der Mischungszustand, in welchem das Sauerstoffgas und Stickgas sich unter einander befinden, auf den Werth von m Einfluss habe. Die künstliche athmosphärische Luft behält noch die Eigenschaft der Lebensluft, viel Salpetergas zu absorbiren; es ist ein physisches Gemenge von Stickgas und Sauerstoffgas, indess die Luft, welche wir einathmen, sich dem Zustande einer chemischen Mischung nähert. Da in dieser letzteren das Sauerstoffgas von dem Stickgas stark angezogen wird, so strebt es weniger sich mit dem Salpetergas zu vereinigen, und absorbirt eine geringere Quantität desselben.

§. XXIV.

Alle diese Betrachtungen müssen uns dahin bringen, die Auflösung des eudiometrischen Problems weder in den Versuchen mit Sauerstoffgas, noch in denen mit künstlichen Gemischen von Sauerstoffgas und Stickgas zu suchen. Die ersteren haben sogar bisweilen eine für die Lehre der Verwandtschaften merkwürdige Schwierigkeit. Wir haben einzelne Fälle beobachtet, wo von 300 Theilen Salpetergas (zu 0.10 Stickgas) und 100 Theilen reinen Sauerstoffgas, nur ein Rückstand von 0.19, oder 0.22 Stickgas blieb. Ein oder zweimal belief sich diese Abnahme sogar nur auf 0.16. Es ist nicht wahrscheinlich, dass dieses ganze Stickgas sich mit dem Wasserstoffgas aus dem zersetzten Wasser vermischt haben sollte, um Ammoniak zu bilden. Warum sollte diese Bildung so reichlich seyn, wenn die kleine Oberfläche des Wassers mit einer Lage Säure bedeckt ist? Man muss eher vermuthen, dass es Umstände giebt, unter welchen, während einer sehr schnellen Bildung der Salpetersäure, diese Säure selbst Azote absorhirt.

§. XXV.

Wenn wir bei der Analyse der Lebensluft nur Schwierigkeiten zu überwinden haben, so liefert uns hingegen die der atmosphärischen Luft sicherere und einförmigere Resultate. Da man Mittel kennt, das Stickgas von dem Salpetergas zu tren-

nen, so kann man die Quantität des in der geprüften Luft enthaltenen Sauerstoffs bestimmen, wenn man den Rückstand analysirt, welchen das Gemische beider Luftarten giebt. Dieser Rückstand ist das Azote aus der Athmosphäre + das Salpetergas, welches kein Oxygene gefunden hat, um sich in Salpetersäure zu verwandeln, + das in diesem Salpetergas enthaltne Azote. Wenn man das zweite durch schwefelsaures Eisen wegnimmt, und das letzte durch einen vergleichenden Versuch schätzt, so wird man das Azote in der Athmosphäre bestimmen können. Diese Rechnung wird um so viel richtiger seyn, wenn man die Massen der aus den Zwischenräumen des zu diesem mannichfachen Operationen gebrauchten Wassers und schwefelsauren Eisens genau mit in Anschlag bringt. Da ich einen Theil meiner Versuche tabellarisch dargestellt habe, so wird es nöthig seyn, die Rechnungsart, deren ich mich bedient habe, an einem einzigen Beispiel zu zeigen: 100 Theile athmosphärischer Luft mit 100 Theilen Salpetergas (zu 0.14 Azote) gemischt, lassen, nachdem das Ganze in der eudiometrischen Röhre stark geschüttelt worden, einen Rückstand von 100 Theilen. Bei diesem Verfahren entweichen 0.04 Luft aus den Zwischenräumen des Wassers, davon 0.01 Oxygene von dem Salpetergas mit dem Sauerstoff aus der Athmosphäre absorbirt wird. Man muss also rechnen, dass das Volumen des Rückstands = 100 um 0.03 vermehrt worden ist. Dieser Rückstand, gewaschen und mit schwefelsaurem Eisen stark geschüttelt, verliert nur 0.08. Es bleiben also 92 Theile, welche von Neuem um 0.03 aus den Zwischenräumen des schwefelsauren Eisens

hervordringendes Azote vermehrt werden. Diese Rechnung giebt

3 aus den Zwischenräumen des Wassers
3 aus denen des schwefelsauren Eisens
14 im Salpetergas präexistirendes

20.

oder $92 - 20 = 72$ atmosphärisches Azote. Nun waren 100 Theile Salpetergas wirklich nur $100 - 14 = 86$, und da $0.08 + 0.03$ davon im Rückstande wieder gefunden worden, so sind die 0.28 Sauerstoff aus der Athmosphäre $+ 0.01$ aus den Zwischenräumen des Wassers absorbiert worden von $86 - 11 = 75$; oder

$$m = \frac{75}{29} = 2.59.$$

Es scheint überflüssig, die Kohlensäure bei dieser Rechnung mit in Anschlag zu bringen; denn da ihr Volumen oft unter $\frac{1}{100}$ ist, so kann sie den Werth von m nicht merklich ändern.

V e r s u c h e

mit

gleichen Theilen Salpetergas und atmosphärischer Luft.

Werth der bei- den ab- sorbirten Gase	Rück- standnach der Ab- sorption durch das schwefel- saure Ei- sen.	Azote- antheil des ge- brauchten Salpeter- gas	Azotean- theil der athmos- phäri- schen Luft.	Werth von m : n
I. 00	o. 92	o. 14	o. 72	2. 59 : I
o. 98	o. 95	o. 16	o. 73	2. 64 : I
o. 95	o. 93	o. 14	o. 73	2. 53 : I
o. 98	o. 94	o. 16	o. 72	2. 51 : I
o. 97	o. 91	o. 11	o. 74	2. 74 : I
o. 87	o. 92	o. 10	o. 76	2. 60 : I
o. 97	o. 90	o. 12	o. 72	2. 74 : I
o. 90	o. 96	o. 14	o. 76	2. 76 : I
o. 99	o. 92	o. 14	o. 72	2. 55 : I
o. 99	o. 92	o. 15	o. 71	2. 43 : I
o. 92	o. 94	o. 14	o. 74	2. 55 : I
o. 90	o. 95	o. 14	o. 75	2. 61 : I
o. 88	o. 96	o. 14	o. 76	2. 68 : I
o. 95	o. 91	o. 11	o. 74	2. 64 : I
o. 94	o. 93	o. 14	o. 73	2. 50 : I
o. 95	o. 92	o. 14	o. 72	2. 41 : I
o. 90	o. 95	o. 14	o. 75	2. 62 : I
o. 81	o. 93	o. 12	o. 75	2. 65 : I
o. 97	o. 90	o. 12	o. 72	2. 84 : I

§. XXVI.

Hier sind nun eine grosse Anzahl Versuche, in welchen die Werthe von m nur um 0.02 von einander abweichen. Die meisten geben ein Resultat zwischen 2.5 und 2.6; und für die Richtigkeit der eudiometrischen Rechnung wird man mit vieler Sicherheit den Satz annehmen können: wenn man gleiches Volumen Salpetergas und atmosphärische Luft über destillirtem Wasser mit einander schüttelt, so braucht man 2.55 von dem ersteren, um 0.01 Oxygene zu absorbiren. Hieraus folgt: 1°. dass, wenn die Salpetersäure aus 3.9 Sauerstoff und 1 Stickstoff bestehet, das Salpetergas nicht (wie der berühmte Lavoisier angiebt) 2.1 Sauerstoff gegen 1 Stickstoff enthalten kann, sondern dass seine Elemente sich verhalten müssen wie 1,4:1; und 2°. wenn man mit stark azotehaltigem Salpetergas (z. B. zu 0.50 Azote) arbeitet, dass 100 Theile dieses unreinen Gas nicht hinreichen werden, um das ganze, in einem Volumen atmosphärischer Luft enthaltene Oxygene zu sättigen: denn, da 67; 8 Theile Salpetergas erforderlich sind, um 0.27 Oxygene zu vernichten, so muss ein Salpetergas zu 0.50 Azote einen Rückstand von 0.07 Oxygene lassen, der nichts mehr findet, womit er sich sättigen könnte. Die zur Untersuchung der Natur dieser unreinen Gasarten angestellten Versuche, haben nicht die Uebereinstimmung in den Zahlen geliefert, welche man ein Recht zu erwarten hatte. Es zeigten sich Fälle, wo es unmöglich schien, das im Rückstand nicht absorbirte Oxygene wieder zu finden.

Eine Menge Versuche schien anzudeuten, dass der Werth von m in dem Verhältniss abnähme, wie das angewendete Salpetergas azotehaltiger wäre. Ich glaubte, dass sich alsdann (wie bei der Arbeit über die Lebensluft, mehr oder weniger oxygenirte Säuren bildeten. Allein, da die Abwesenheit des Sauerstoffs in den Rückständen nicht sowohl unmittelbar, als durch die Gegenwart einiger Hunderttheile Salpetergas, welche das schwefelsaure Eisen anzeigte, bewiesen war, so mochte ich dieser Veränderung des Werths von m nicht trauen. Eine durch die Bildung des Ammoniaks verursachte Abnahme des Volumens (eine Abnahme, die ich erst seit dem Monate Thermidor kennen lernte) kann mich zu einem Irrthum verleitet haben; und mit Herrn Tassaert über künstliche Gemische von Stickgas und Salpetergas angestellte Versuche haben ausser allem Zweifel bewiesen, dass beinahe $\frac{2\frac{1}{2}}{100}$ des letzteren nöthig waren, um $\frac{1}{100}$ Oxygene zu sättigen. Wir bereiteten ein Salpetergas zu 0.60 Azote. Mit gleichen Theilen atmosphärischer Luft gemischt, waren nur 0.52 Theile absorbirt. Wenn man nun annimmt, dass 0.27 Sauerstoff in der untersuchten Luft waren, und m gleich 2.5, so müsste der Rückstand der Röhre noch 0.12 Sauerstoff enthalten. In der That waren noch beinahe 0.40 Theile absorbirt in dem Rückstande, als man ihm 100 Theile sehr reines Salpetergas zusetzte; welches hinlänglich beweist, dass der Werth von m sich nicht geändert hatte. Andere über Salpetergas zu 0.35, 0.38, 0.45, 0.52 und 0.68 Azote angestellte Versuche, gaben sehr ähnliche Resultate. Jedes Salpetergas, welches viel mehr als 0.32 Azote enthält, kann den Sauerstoff

aus der Athmosphäre nicht sättigen. Diese unreinen Luftarten geben sehr verschiedene eudiometrische Zahlen; wenn man aber gewisse Mittel kennt, um den Grad ihrer Azotation zu untersuchen, so hat man Irrthümer, deren Gränzen man zu schätzen weiss, nicht weiter zu fürchten. Wir haben gefunden, dass, im allgemeinen, die athmosphärische Luft beinahe 0.85 Salpetergas erfordert, um es in Azote zu verwandeln; denn, da 0.85 ohngefähr 0.13 Azote enthalten, so werden die 0.72 ganz reines Salpetergas hinreichen, um die 0.28 Oxygene aus der Athmosphäre, + 0.01 aus den Zwischenräumen des Wassers hervordringendes Oxygene zu sättigen. Bei diesem Verhältniss wird man nur wenig, mit dem in der eudiometrischen Röhre bleibendem Azote gemischtes Salpetergas finden. Es ist für die, welche sich eine grosse Masse beinahe reines Azote bereiten wollen, ohne schwefelsaures Eisen anzuwenden, nützlich, diese Zahlen anzugeben.

§. XXVII.

Eine ziemlich seltsame Erscheinung, der ähnlich, welche wir bei der Arbeit über Quecksilber bemerkt haben, zeigt sich, wenn man in der eudiometrischen Röhre 300 Theile Salpetergas mit 100 Theilen athmosphärischer Luft mischt. Da sich die letztere in unmittelbarer Berührung mit dem Wasser befindet, so findet die nemliche Absorbtion Statt, als ob die Röhre nur gleiche Theile Salpetergas und athmosphärische Luft enthielte. Wenn hin-

gegen die letztere (anstatt sich in dem untern Theile der Röhre zu befinden) den oberen Theil derselben einnimmt, so scheint die Absorbtion um die Hälfte kleiner. Die erstere Methode giebt, zum Beispiel, einen Rückstand von 112 Theilen, wenn die andere über 140 lässt. So viel man auch das Instrument schüttle, so wird das Volumen doch nicht vermindert. Das ganze Oxygene hat sich gewiss durch irgend eine Materie gebunden, und der Werth von m scheint in diesem Versuch auf 1. 3 gefallen zu seyn. Aber dieser Mangel an Absorbtion ist nur scheinbar; denn, wenn man den Rückstand von 140 Theilen, in einem Gefässe von 12 Centimeter im Durchmesser mit Wasser wäscht, so nimmt er bis auf 116 Theile ab. Man sieht hieraus, dass sich in dem oberen Theile der Röhre Säure gebildet hatte, welche, wegen ihrer zu grossen Entfernung von der Oberfläche des Wassers, im luftförmigen Zustande blieb. Diese Erscheinung würde ganz besonders auffallen, wenn sie nicht mit den, im Anfange dieser Abhandlung (§. IV. XVII. XXII.) angeführten Versuchen vollkommen in Einstimmung wäre.

§. XXVIII.

Wenn die säurefähigen Basen des Schwefel-Gewächsalkali (Sulfure de potasse) oder des Phosphors, allen in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoff absorbirten, so hätten wir ein vortreffliches Mittel den Werth von m zu bestimmen. Indem man die nemliche Luft durch Salpetergas und Schwefel-Gewächsalkali analysirte, dürfte man

nur die bei der eudiometrischen Absorbtion in der Fontanaschen Röhre gefundene Quantität Sauerstoff vergleichen; man würde sagen: 97 Grade absorhirt, sind gleich 0.276 Oxygene, oder $104^{\circ} = 0.292$; man würde die vermittelst des Salpetergas, des schwefelsauren Eisens und der oxygenirten Salzsäure gemachte Analyse durch die vermittelst des Phosphors angestellte berichtigen; und, nachdem der Werth von y richtig bestimmt wäre, m durch z finden. Aber der Phosphor, das Schwefel-Gewächsalkali entziehen beinahe in keinem Falle dem Azote aus der Athmosphäre allen Sauerstoff. Es bilden sich entweder luftförmige Sauerstoffverbindungen, Oxyde, mit doppelten Basen von Phosphor und Azote, oder Sauerstoff, welcher das Volumen der Rückstände ausdehnt. Das Salpetergas entziehet diesem Rückstande fast jedesmal 0.04 Oxygene: aber andere Theile desselben bleiben gebunden: Erscheinungen, welche ich in einer Abhandlung über die dreifachen Verbindungen des Phosphors, des Sauerstoffs und Stickstoffs aus einander gesetzt habe. Man darf daher nicht auf eine Reihe vergleichender Versuche zur Berichtigung des Werths von m rechnen. Unter einigen hundert findet man nur 2 oder 3, wo der Phosphor bis auf 0.28 Oxygene absorhirt. Als ich am 19ten October 1797 äusserst schnell in einem sehr genau ausgemessenen Gefäss Phosphor verbrannte, gab die nemliche, in der Fontanaschen Röhre mit einem Salpetergas zu 0.14 Azote analysirte athmosphärische Luft, 101 absorbirte Theile; wodurch für $m = 2.6$ heraus kam.

§. XXIX.

Diese verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Quantität Salpetergas, welche erfordert wird, um 0.01 in der athmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoff zu sättigen, setzen uns in den Stand, die Grade des Fontanaschen Eudiometers in Tausendtheile von Oxygene zu verwandeln. Die sich mit der pneumatischen Chemie beschäftigen, werden ohne Zweifel die grosse Nützlichkeit dieser Operation anerkennen. Die kleine hier beigefügte Tabelle ist nach einer Annäherungsrechnung verfertigt. Sie gründet sich auf zahlreiche in destillirtem Wasser und mit einem Salpetergas zu 0.10 bis 0.15 Azote angestellte Versuche. Da ein geschickter Physiker sich nicht über einen oder 1.5 Grad irren kann, so sieht man leicht ein, dass wir mit Gewissheit bis auf drei Tausendtheile Sauerstoff bestimmen können. Ein Irrthum um ein Hunderttheil würde eine Ungewissheit von vier Graden voraussetzen eine sehr beruhigende Betrachtung für alle Beobachter der Veränderungen in der Athmosphäre. Ich selbst habe diese Veränderungen von 99° bis 116° der eudiometrischen Skala beobachtet; und es ist dadurch bewiesen, dass die Luft, weit entfernt beständig zwischen 0.27 und 0.28 Oxygene zu enthalten, in unsern gemässigten Himmelsstrichen, auf dem festen Lande, zwischen 0.284 und 0.236. Oxygene schwankt. Nach den Versuchen anderer Physiker zur See und auf der Insel Maltha, scheint die Reinheit der Athmosphäre noch um 0.02 oder 0.03 Oxygene steigen zu können. Gewiss ist es, dass eine Differenz von 7° in der eudiometrischen Skala eine

Differenz von 0.02 im Sauerstoffgehalt anzeigt; aber es ist sehr wahrscheinlich, dass ich mich in den absoluten Zahlen irre, und dass 92 Grade gleich sind 0.264, und nicht 0.259. Wir können unsere Rechnungen nur auf die uns bekannten analytischen Methoden gründen; es bleibt der Nachwelt vorbehalten, die eingeschlichenen Irrthümer zu berichtigen, und es ist daher rathsam, die in der beigefügten Tafel angegebenen Zahlen nur als die Resultate einer Annäherungsrechnung zu betrachten.

Absorbirtes Volumen	Oxygene	Volumen des Rückstands
109 ^o	o. 307	91 ^o
108	o. 304	92
107	o. 301	93
106	o. 298	94
105	o. 295	95
104	o. 293	96
103	o. 290	97
102	o. 287	98
101	o. 284	99
100	o. 281	100
99	o. 278	101
98	o. 276	102
97	o. 274	103
96	o. 270	104
95	o. 267	105
94	o. 264	106
93	o. 261	107
92	o. 259	108
91	o. 256	109
90	o. 253	110
89	o. 250	111
88	o. 247	112
87	o. 245	113
86	o. 242	114
85	o. 239	115
84	o. 236	116

Für diejenigen, welche die Theorie des Calculs näher interessirt, muss ich hinzusetzen, dass diese Tabelle nach der einfachen Formel

$$y = \frac{z}{1 + m}$$

mit Vernachlässigung der geringen Quantität $\frac{\lambda}{y}$, um welche (§. XX.), wegen der Einwirkung des Wassers auf das Salpetergas m zu gross seyn wird, gefertigt worden ist. Wir haben oben gesehen, dass es kein Mittel giebt, um den Werth von λ zu bestimmen; aber wenigstens bleibt uns übrig, die Gränzen dieses Irrthums zu untersuchen. Wenn man 100 Theile Salpetergas mit 100 Theilen reinen Stickgas mischt, und wie gewöhnlich, schüttelt, so scheint das Volumen beider Gase gar nicht geändert. Nur beweisen andere Versuche, dass bei dieser Operation beinahe 0.03 Azote aus den Zwischenräumen des Wassers kommen; es ist also ausgemacht, dass dieses nemliche Wasser 0.03 Salpetergas absorhirt hat, weil, ohne diese Operation, anstatt 200, 203 Theile übrig bleiben würden. Wenn das Salpetergas, mit dem Azote gemischt, so wenig auf das Wasser einwirkt, so muss, nach aller Wahrscheinlichkeit, diese Einwirkung bei der Prüfung der atmosphärischen Luft, wo es freien Sauerstoff findet, und die Oberfläche des Wassers in der Röhre sich mit frisch gebildeter Salpetersäure bedeckt, noch weit geringer seyn. Man setze (§. XIX) für das Maximum der Absorption des Salpetergas durch das Wasser, 0.11, so würde m zwischen 2.18 und 2.08 schwanken, und die Tabelle, statt 0.307 und 0.236, die Zahlen 0.308 und 0.237 angeben; ein Unterschied, welcher um so weniger Aufmerksamkeit verdient, da er nur

den absoluten Werth der eudiometrischen Grade ändern würde.

Aus den, in dieser Abhandlung enthaltenen Versuchen scheint zu folgen:

1°. Dass die Quantität des zur Sättigung eines Theils Sauerstoff erforderlichen Salpetergas von dem Werth 1.8 sehr verschieden ist, und wenn die Bestandtheile der Salpetersäure $= 3.9:1$ sind, die Bestandtheile des Salpetergas nicht (wie der berühmte Lavoisier anzeigt) $= 2.1:1$ seyn können.

2°. Dass die Auflösung des schwefelsauren Eisens das Salpetergas vollständig absorbiert, indem sie das Azote, welches in ihm gebunden ist, von demselben trennt, und sich während dieser Absorption, salpetersaures Eisen und schwefelsaures Ammoniak bildet.

3°. Dass das oxygenirte salzsaure Gas beständig mehr Azote aus dem Salpetergas entwickelt, als das schwefelsaure Eisen, und diese Differenz von 0.05 dem Azote herkömmt, welches sich mit dem Wasserstoff und dem Wasser verbindet, um Ammoniak zu bilden;

4°. Dass, während der Berührung eines Metalls und der Salpetersäure, ein Theil dieser Säure sich desoxidirt, indess ein anderer Theil derselben sich ganz zersetzt, und darum jedes Salpetergas mit einem Azoteantheil von 0.10 bis 0.68 gemischt ist.

5°. Dass das zu chemischen Versuchen brauchbarste und durch eine zu 17-20 Graden des Bauméschen Areometers verdünnte Säure erhaltene Salpetergas, von o. 10 bis o. 15 Azote enthält.

6°. Dass bei der Vermischung des Salpetergas mit Sauerstoffgas in dem Quecksilberapparat, nur so viel flüssige Salpetersäure sich bildet, als Wasser in den Gasen enthalten ist. Die Absorbtion scheint sehr gering, weil die Säure (wie das Ammoniakgas beweist) im luftförmigen Zustande ausgedehnt bleibt.

7°. Dass sich bei dem Schütteln des Salpetergas mit destillirtem Wasser, durch eine Zersetzung des Wassers und ein Spiel doppelter Verwandtschaft, salpetersaures Ammoniak bildet.

8°. Dass die Weite der Gefässe, in welchen man die Gase, sowohl das Salpeter- als das Sauerstoffgas mit einander mischt, einen merklichen Einfluss auf das absorbirte Volumen hat. In Röhren scheint der Werth von m bis auf 1.8 abzunehmen, weil die sich bildende Salpetersäure von der Oberfläche des Wassers zu entfernt ist, um davon absorbirt zu werden.

9°. Dass Gemische aus Salpetergas und Lebensluft nicht so gleichförmige Resultate geben, als Versuche mit atmosphärischer Luft, weil der Werth von m von 3, 2 bis 2, 8 abweicht, je nachdem das Sauerstoffgas mehr Bestreben hat sich mit dem Salpetergas zu verbinden, und sich mehr oder weniger oxygenirte Säuren bilden.

10°. Dass ein künstliches Gemische aus 0. 27 Sauerstoffgas und 0. 73 Stickgas, von der atmosphärischen Luft verschieden ist, weil das Stickgas in der letzteren, durch eine chemische Anziehung das Sauerstoffgas verhindert, sich eben so frei mit dem Salpetergas zu verbinden, wie dies in der Lebensluft geschieht.

11°. Dass man durch die Analyse des Rückstands, welchen Gemische aus Salpetergas und atmosphärischer Luft in der eudiometrischen Röhre lassen, mittelst des schwefelsauren Eisens, die Quantität des in der untersuchten Luft enthaltenen Sauerstoffs sehr genau bestimmen kann. Der durch diese Fundamentalversuche, und durch die vergleichenden mit Phosphor gefundene Werth von m , ist zwischen 2, 6 und 2, 5.

12°. Dass man die atmosphärische Luft, wenn der Werth von m , und eine sichere Methode zur Untersuchung des Salpetergas gefunden ist, durch die vereinigten Hülfsmittel des schwefelsauren Eisens, der oxygenirten Salzsäure und des Salpetergas bis auf die noch mögliche Angabe von 0. 003 Oxygene analysiren kann.

13°. Dass der nach dem Dividiren des absorbirten Volumens gleicher Theile Salpetergas (zu 0. 10 bis 0. 15 Azote) und atmosphärischer Luft durch 3, 55, gefundene Quotient, die in der analysirten Luft enthaltene Quantität Oxygene, durch eine Approximationsrechnung anzeigen wird.

II.

Ueber
die Ursache und die Wirkungen
der
Auflöslichkeit des Salpetergas
in
der Auflösung des schwefelsauren
Eisens *)

In der Chemie lehrt uns ein Versuch bisweilen Erscheinungen, welche die Theorie vielleicht nie hätte vermuthen lassen.

Die Auflöslichkeit des Salpetergas oder oxide, in der Auflösung des schwefelsauren Eisens, welche Priestley entdeckte, und H. v. Humboldt auf die strengere Analyse der atmosphärischen Luft

*) Diese Abhandlung hat H. Vauquelin nach einer mit dem Verf. gemeinschaftlich unternommenen Arbeit verfasst.

glücklich anwandte, ist ein merkwürdiger Beweis für diese Wahrheit.

Nicht nur konnte das Faktum selbst nicht vorhergesehen werden; denn es ist mehr als wahrscheinlich, dass man es dem Zufall verdankt, sondern seine Ursachen und chemischen Wirkungen konnten es noch ungleich weniger, da die Gelehrten zur Zeit, als sie dasselbe bemerkten, über die Art der Erscheinung selbst verschiedener Meinung waren.

Allein, ehe ich von der inneren Veränderung rede, welche das Salpetergas und das schwefelsaure Eisen wechselseitig erfahren, muss ich, zum gehörigen Verständniss des Ganzen, die in die Sinne fallenden Erscheinungen beschreiben. 1°. Das Salpetergas verliert seine elastische Gestalt gänzlich; es bleibt nur ein äusserst geringer Antheil Stickgas übrig, das bloß mit demselben gemengt war. 2°. Die grüne Farbe der Auflösung des schwefelsauren Eisens wird dunkelbraun, ohne jedoch ihre Durchsichtigkeit zu verlieren, oder etwas abzusetzen. 3°. Ihr süßser und eisenartiger Geschmack wird stiptisch und sehr zusammenziehend.

Dieses sind die auffallendsten Fakta, wie sie von denen beobachtet worden, welche den Priestleyschen Versuch wiederholt haben; aber es war natürlich, dass man sich fragte, wie diese Erscheinungen bewirkt worden; ob sie bloß das Resultat der Zersetzung des Salpetergas durch die Auflösung des schwefelsauren Eisens, ohne Veränderung in der Natur und den Verhältnissen der Grundstoffe wären;

oder ob eben diese Grundstoffe, durch gegenseitiges Einwirken auf einander, neue zusammengesetzte Körper erzeugt hätten? Diese Fragen aufzulösen, hatten wir, H. v. Humboldt und ich, uns zum Zweck gemacht. Um unsre Absicht zu erreichen, mussten wir auf die Menge und die Natur der Substanzen Rücksicht nehmen, welche bei dieser Operation mit einander in Berührung kommen, und einige wahrscheinliche Hypothesen ersinnen, um uns den Gang der Untersuchung selbst vorzuzeichnen. Diese Substanzen sind: das Wasser und seine Grundstoffe, das schwefelsaure Eisen und seine Bestandtheile, das Salpetergas und seine Elemente, endlich, das mit dem Salpetergas gemischte Stickgas. Nur indem man auf diese Art die verschiedenen, bei der Operation anwesenden Körper, in Gedanken von einander absondert, und dieselben alsdann zu zwei, zu drei u. s. w. mit einander verbindet, kann man dahin gelangen, die erfolgenden Wirkungen zu errathen, oder die durch Versuche bemerkten zu erklären.

Nachdem wir also 252 Zoll (4537 Cubikcentimeter) Salpetergas in eine Auflösung von anderthalb Unzen schwefelsaurem Eisen gebracht hatten, wodurch 180 Zoll, oder 3564 Cubikcentimeter absorbiert wurden, unterwarfen wir dieselben folgenden Versuchen: 1°. Mit einer Lauge von ätzendem Alkali gemischt, bildete sich ein Niederschlag von dunkelgrünem Eisenkalk, und es stiegen merkliche Ammoniakdämpfe auf. 2°. Mit concentrirter Schwefelsäure gemischt, entwickelten sich weisse, als Salpetersäure unverkennbare Dämpfe. 3°. Endlich rö-

thete sie die Lakmustinctur stark, ohngeachtet das Salpetergas durch eine Auflösung von Pflanzenalkali gegangen war, ehe es mit dem schwefelsauren Eisen in Berührung kam.

Wir hatten uns also durch diese Versuche schon davon versichert, dass das Salpetergas, indem es sich in der Auflösung des schwefelsauren Eisens verdichtet, Ammoniak und Salpetersäure gebildet, oder wenigstens als wesentliche Ursache zur Bildung dieser Körper beigetragen hatte.

Durch diese ersten Fakta geleitet, brachten wir unsre mit Salpetergas gesättigte Auflösung von schwefelsaurem Eisen in eine Tubulatretorte, und gossen eine Auflösung von ätzendem Alkali mit Uebermaass des letzteren darüber; wir legten dem Gefäss noch einen Recipienten an, in welchem ein wenig Wasser war, und destillirten die Flüssigkeit, bei gelinder Wärme, beinahe bis zur Trockenheit.

Wir erhielten eine Flüssigkeit mit deutlichem Ammoniakgeruch, welche sehr dicke weisse Dämpfe von sich gab, als man ihr eine gläserne, mit nicht rauchender Salzsäure befeuchtete Röhre nahe brachte, und den Veilchensyrup stark grün färbte.

Um uns vollends zu überzeugen, dass diese Flüssigkeit wirklich Ammoniak enthielt, gossen wir Salzsäure bis zur Sättigung hinein, und liessen Alles bis zur Trockenheit verdunsten. Wir erhielten 4

Gran, oder 0.212 Gramme vollkommen reines salzsaures Ammoniak.

Dieser Versuch liess uns keine Ungewissheit über die Gegenwart des Ammoniaks in der Auflösung des schwefelsauren Eisens und über die Bildung desselben während der Operation selbst, übrig; allein wir mussten nun die Salpetersäure aufsuchen, um sie einzeln zu erkennen. Wir wuschen zu diesem Ende den Rückstand von der Destillation des schwefelsauren Eisens mit dem Pflanzenalkali, mit Wasser aus, wir setzten dieser Flüssigkeit Schwefelsäure im Uebermaass zu, und destillirten von Neuem. Wir erhielten nun eine saure Flüssigkeit, welche, mit Pflanzenalkali gesättigt, nach dem Verdunsten, 17 Gran oder 89 Centigramme Salz lieferte, das alle Eigenschaften des salpetersauren Pflanzenalkali hatte.

Um unsre Arbeit zu endigen, und noch nicht an die Erklärung derselben zu gehen, bleiben uns noch die 72 Cubikzoll oder 1426 Centimeter zu untersuchen übrig, auf welche das schwefelsaure Eisen, wegen der Schnelligkeit, mit welcher es durch seine Auflösung gegangen war, nicht hatte wirken können.

Da wir bestimmt hatten, dass dieses Gas, ehe wir es dem oben beschriebenen Versuch unterwarfen, 0.12 Stickgas in seiner Mischung enthielt, so erkannten wir, als wir den Rückstand auf eben die Art untersuchten, dass er 0.14 Stickgas enthielt; woraus folgt, dass das schwefelsaure Eisen, während

der Operation, nicht nur Salpetergas, sondern auch eine gewisse Quantität Stickgas absorbirt hatte; indem wir im umgekehrten Fall, wenn nemlich kein Stickgas wäre aufgelöst worden, 30 Zoll oder 594 Centimeter von diesem Gas hätten finden sollen, indess wir wirklich nur 8. 64, 170 Centimeter gefunden haben. Es sind also ohngefähr 11 Zoll, 217 Centimeter Stickgas von 100 Theilen des Gemisches absorbirt worden. *) Dieses Faktum würde einige Ungewissheit in H. v. Humbolds eudiometrische Methode mittelst des Salpetergas bringen, wenn er ihr nicht durch vergleichende Versuche mit salzsaurem Gas abgeholfen hätte.

Nachdem wir nun durch Versuche erkannt hatten, dass sich Ammoniak und salpetrige Säure (de l'acide nitreux) während der Operation gebildet hatte, suchten wir uns von der Art Rechenschaft zu geben, wie durch die anziehenden Kräfte die Bildung dieser Materien bewirkt worden war. Da durch chemische Erfahrung bewiesen ist, dass das Ammoniak aus Wasserstoff und Stickstoff, und die Salpetersäure aus Sauerstoff und Stickstoff bestehet, so wollen wir nun sehen, woher diese drei Grund-

*) Man muss hier gestehen, dass die in diesem Versuch erhaltne Quantität salzsaures Ammoniak mit der Menge des absorbirten Stickgas nicht genau zusammenstimmt. In der That hätten 21 Cubikzoll, 415 Centimeter Stickgas, mit der Quantität zur Bildung des Ammoniaks nöthigen Wasserstoffs verbunden, ohngefähr 11 Decigramme salzsaures Ammoniak liefern sollen; indessen kann uns ein Theil desselben entgangen seyn.

stoffe hier entstehen können. Man findet den Sauerstoff und Stickstoff in dem Salpetergas wieder; aber der Wasserstoff befindet sich weder in dem Salpetergas, noch in dem schwefelsauren Eisen; also konnte ihn das Wasser allein hergeben, woraus man natürlicherweise den Schluss ziehet, dass diese Substanz zersetzt worden. So wie daher das Salpetergas oder Oxide in die Auflösung des schwefelsauren Eisens kömmt, werden vier Kräfte thätig, welche alle zugleich die Bildung der Salpetersäure und des Ammoniaks bewirken. Diese Kräfte sind; 1°. die Anziehungskraft des Sauerstoffs aus dem Wasser für das Salpetergas, woraus Salpetersäure entsteht; 2°. die Anziehungskraft des freien Stickstoffs und des Salpetergas für den Wasserstoff aus dem Wasser, woraus Ammoniak entsteht; 3°. die Anziehungskraft der Schwefelsäure für das Ammoniak, woraus schwefelsaures Ammoniak entsteht; 4°. endlich, der Salpetersäure für den Eisenkalk, woraus u. s. w.

Es musste sich also in dem Apparat, worin die Operation gemacht worden, salpetersaures Eisen, schwefelsaures Ammoniak, unzersetztes schwefelsaures Eisen und Wasser finden; und dies alles hat die Erfahrung bestätigt.

Die Summe der Verwandtschaften, welche den Wasserstoff mit dem Stickstoff, das Ammoniak mit der Schwefelsäure, den Sauerstoff mit dem Salpetergas und die Salpetersäure mit dem Eisen binden, ist also grösser, als die Summe derer, welche den Sauerstoff mit dem Wasserstoff, den Stickstoff mit

dem Sauerstoff und die Schwefelsäure mit dem Eisenkalk verbinden.

Dies ist die Erklärung einer Thatsache, welche beim ersten Anblick äusserst einfach scheint, und doch sehr verwickelt ist: übrigens glauben wir, dass, vermöge der nemlichen Kräfte, viele andere Substanzen, und vorzüglich metallische Auflösungen, das Salpetergas ebenfalls absorbiren müssen.

III.

Ueber
die dreifache Verbindung
des
Phosphors, Stickstoffs und Sauerstoffs
mit einander
oder
über die Existenz
der oxidirten Phosphorstickgase.*)

Unter allen Erscheinungen, welche die pneumatische Chemie darbietet, verdienen wenige so sehr die Aufmerksamkeit des Naturforschers, als die dreifachen Verbindungen (combinaisons ternaires) der Urstoffe unter einander. Wenn es schon bei der Analyse der Thier- und Pflanzenkörper schwer ist,

*) Sur la Combinaison ternaire du phosphore, de l'azote et de l'oxigène, ou sur l'existence des phosphures d'azote oxidés.
Im Nationalinstitut am ersten Thermidor Jahr 6 vorgelesen.]

die Basen zu erkennen, welche die Säuren, die Gallerte, den Eyweissstoff, oder die Schleimarten bilden, so wird diese Schwierigkeit noch grösser, so oft die drei- oder vierfachen Verbindungen nur im luftförmigen Zustande vorhanden sind. Der Schwefel, die Kohle und der Arsenikkalk lösen sich im Wasserstoffgas auf. Der Schwefel scheint im Azote auflöslich. Nachdem ich in einem atmosphärischen Gas von nicht mehr als 0.16 Sauerstoffgehalt sehr langsam viel Schwefel verbrannt hatte, fand ich den Rückstand während zwei Tage durchsichtig; am dritten Tage, wo die Temperatur des Zimmers bis auf - 5 Grad des hunderttheiligen Thermometers gefallen war, bedeckten sich die Wände der Glocke, welche das Stickgas enthielt, mit gelbem Staub, der sehr reiner, aus seiner luftigen Auflösung niedergeschlagener Schwefel war. Als ich mich mit der Analyse der mephitischen Luftarten in den Bergwerken beschäftigte, sammelte ich in den Spalten eines Eisengangs, ein Gemische aus Wasserstoffgas, Stickgas und Kohlensäure. Die Flasche, welche dieses Gemische enthielt, schien klar und durchsichtig; als sie in Schnee getaucht wurde, bedeckte sie sich nach und nach inwendig mit gelbem Eisenkalk; dieses war also Metall, welches die Moffette im aufgelösten Zustand enthielt. *) Wenn es nur mecha-

*) In Gasarten aufgelöste Metalle sind ein äusserst interessanter Gegenstand für die Meteorologie und Metallurgie. Es ist ein ausgemachtes Factum, dass die Feuerkugeln oft Stücke halbverkalktes Eisen fallen lassen. Befindet sich nicht dieses Eisen im luftförmigen Zustande in den höchsten Schichten der Atmosphäre? Steigt es nicht mit dem Wasserstoffgas auf, wel-

nisch mit ihr gemengt war, warum trennte es sich von derselben nur unter der Temperatur von Zero? Die Kohlensäure, welche ich aus Bier und Champagner Wein entwickelte, liess beim Erkalten Alkoholtropfen fallen. H. Chaptal hat ähnliche Erscheinungen beobachtet, und H. Guyton ist mit mir der Meinung, dass die reizenden und stärkenden Wirkungen, welche man der Kohlensäure zuschreibt, grossentheils dem Alkohol, den Alkalien und andern Materien gehören, welche sie im aufgelösten Zustand zu enthalten scheint. Wir sehen hier eine Menge fester Substanzen, welche durch ihre Verbindung mit Gasarten gleichsam vor unseren Untersuchungen verschwinden. Das Wasserstoffgas, welches ich in den Gruben sammelte, fand sich mit Azote gemischt. War das Eisen in dem Wasserstoff aufgelöst, oder muss man eine dreifache Mischung aus Eisen, Wasserstoff und Stickstoff annehmen? Befindet sich das Alkohol, welches sich aus einigen

ches die Sümpfe im Uebermass ausdünsten? — Die Mineralogen kennen die schönen Stufen von Crystall de Roche oder Spathkalk, welche an einer Seite mit Pyriten oder Blende überzogen sind. Ihr Anblick lässt uns an einen Lufthauch denken, welcher diese metallischen Materien abgesetzt, und nur eine Seite der Crystalle getroffen hat. Sollte nicht dieser Lufthauch ein Strom von metalltragendem Wasserstoffgas seyn? Ich gebe diese Ideen nur für Blicke, welche die Analogie der chemischen Erscheinungen uns eröffnet. Indessen ist es einmal Zeit, die Geologie der Physik und Chemie näher zu bringen. — Die elektrischen Regen enthalten Kalkerde. Wenn dieses Regenwasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht, so bleibt zu untersuchen, wie so diese Kalkerde in der atmosphärischen Luft sich befindet?

E.

Kohlensäuren entwickelt, schon vorher gebildet in denselben, oder muss man diese Gase als hydrogenirte Kohlensäuren ansehen? Ganz so wie die Kohle sich im Wasserstoff auflöst, um kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas zu bilden, könnte sich eine geringe Menge Wasserstoff in der mit Sauerstoff verbundenen Kohle auflösen. Diese dreifachen luftförmigen Mischungen aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, werden, nach der relativen Quantität ihrer Basen, und dem Spiel der Verwandtschaft, welches diese gegen einander äussern, verschiedene chemische Erscheinungen darbieten. Das nemliche Luftgemische wird sich bald der Natur einer Säure mit doppelter Basis, bald der des Alkohols, des Aethers oder des milden Weinöhls nähern. Die blosse Veränderung der Temperatur wird hinreichen, um diese verschiedenen Zustände hervorzubringen; und durch die nemlichen Mittel, welche wir zur Analyse dieser problematischen Verbindungen anwenden, zerstören wir oft, was wir uns zu untersuchen schmeicheln. Die schöne Arbeit, welche die Herren Fourcroy und Vauquelin über die Bildung des Aethers geliefert haben, bestätigt vollkommen die Ideen, welche ich hier äussere.

Es würde weit über meine Kräfte gehen, wenn ich die Art darstellen wolte, wie die grosse Anzahl dreifacher Verbindungen sich bildet, welche die pneumatische Chemie uns darbietet. Man kann sogar ohne Vermessenheit behaupten, dass noch in langer Zeit die erforderlichen Materialien, um diese Arbeit zu wagen, nicht vereinigt seyn werden.

Ich hoffe die Menge der Materialien durch einige Beobachtungen zu vermehren, welche die Existenz der oxidirten Phosphorazote (des phosphures d'azote oxidés) zu beweisen scheinen.

Bei einer Arbeit, mit welcher ich mich seit mehreren Jahren beschäftige, bei der genauen Analyse der Athmosphäre und der verschiedenen Eudiometer, in welchen ich die Gränzen des Irrthums zu bestimmen suche, fand ich, dass das Stickgas, welches aus der Zersetzung der Athmosphäre durch Phosphor hervorgehet, sehr oft einen Antheil Oxigene enthält, welcher ihm durch keine Verwandtschaft der säurefähigen Basen geraubt werden kann. Das athmosphärische Gas, worauf ich arbeitete, enthielt:

o. 274	Oxygene
o. 008	Kohlensäure
o. 718	Azote

1. 000

Diese Analyse war auf beiden Wegen, so wohl durch Salpetergas, als durch Schwefel- Pflanzenalkali angestellt worden. Die Zahl o. 274 war der mittlere Ausdruck aus den Resultaten von fünf Versuchen, welche nicht um ein Hunderttheil von einander abweichen.

Ich entwickelte ein Salpetergas, welches, durch die Auflösung des schwefelsauren Eisens und der oxygenirten Salzsäure probirt, o. 13 Azote enthielt. Als ich in der eudiometrischen Röhre 100 Theile athmosphärische Luft mit 100 Theilen Salpetergas

mischte, blieben nur 103 Theile; dieser Rückstand wurde mit schwefelsaurem Eisen gewaschen: das Volumen verminderte sich auf 85 Theile; von diesen wurden die 13 im Salpetergas vorher befindlichen Theile abgezogen, und so blieben 72; d. h. $\frac{72}{100}$ in der untersuchten atmosphärischen Luft enthaltenes Azote. Diese Methode, die Quantität Sauerstoff zu bestimmen, welche ich im vergangenen Winter fand, und deren Gründe zu entwickeln hier zu weitläufig wäre, ist weit sichrer als die Methode, welcher sich die Chemiker bisher bedient haben. Wenn man einmal den Azotationsgrad des angewendeten Salpetergas kennt, wenn man weiss, dass der Azoteantheil nie die Gränzen von 0. 10 überschreitet, so dividirt man die Zahl der in der eudiometrischen Röhre absorbirten oder vernichteten Theile, durch 3. 55: der Quotient giebt den Sauerstoffgehalt der Athmosphäre in Tausendtheilen.*)

Das nemliche atmosphärische Gas durch die Auflösung des Schwefel- Pflanzenalkali untersucht, gab vollkommen übereinstimmende Resultate. Diese Auflösung absorbirte in drei Tagen, in einer Röhre A, 0.21, in einer andern B, 0.23 Sauerstoff. Da ich durch eine vorhergegangene Arbeit wusste, dass der Rückstand von 0.79 und 0.77 kein reines Azote ist, so untersuchte ich ihn von Neuem mit Salpetergas; der Rückstand von A gab 18; die Röhre

*) Diese Zahl 3. 55 gründet sich auf das Verhältniss von 2. 55 : 1 (das heisst: $2\frac{1}{2}$ Theile Salpetergas absorbiren 1 Theil Sauerstoff), wie aus meiner Arbeit über das Salpetergas erhellt. S. die Abhandl. No. 1.

B. 13 absorbirte Theile, welches 0.05 und 0.037 Oxygene macht. Die Analyse gab also ebenfalls beinahe $\frac{27}{100}$ für den Sauerstoffgehalt der Athmosphäre. Die Quantität der Kohlensäure wurde in einem Instrument, welches vermittelt einer Communicationsröhre $\frac{1}{10.000}$ eines Cubikzolls angiebt, in meinem Kohlensäuremesser geschätzt.

Da ich nun die Natur des Gas mit welchem ich arbeitete, genau kannte, brachte ich Phosphor in Berührung mit demselben. Die Röhren, welche ich anwendete, hatten nur 8 bis 16 Millimeter im Durchmesser. Der Phosphor hatte das gehörige Verhältniss mit dem Volumen der Luft, welche ihn umgab; er wurde mehreremal des Tags gewaschen, um ihn auf das Oxygene aus der Athmosphäre von Neuem einwirken zu lassen. Die Temperatur des Zimmers war zwischen 16 und 20° des hunderttheiligen Thermometers. Nach neun Tagen mass ich alles absorbirte Volumen, mit Rücksicht auf die Abweichungen der Elasticität und Temperatur. Fünf Röhren gaben Absorbtionen von 0.12, 0.17, 0.18, 0.20, 0.22. Die Rückstände mussten also von $\frac{5}{100}$ bis $\frac{15}{100}$ Sauerstoff enthalten. Ich eilte, sie durch das Salpetergas zu untersuchen; zu meinem grossen Erstaunen verrieth dies Gas nur 0.04, 0.03, 0.05, 0.06, 0.01 Sauerstoff. Wohin waren die 0.11 und 0.07 Sauerstoff in der ersten und zweiten Röhre gekommen?

Eine grosse Anzahl Versuche hat mir dieselben Resultate gegeben. Der Phosphor leuchtete oft schon vom dritten oder vierten Tage an nicht mehr.

Ich glaubte ein sehr reines Stickgas erhalten zu haben; aber beinahe jedesmal verrieth das Salpetergas noch einige Hundertheile Sauerstoff in demselben. Rückstände von atmosphärischen Gas, in welchen der Phosphor nicht rauchte, ohngeachtet die Röhre halb glühend war gemacht worden, rötheten das Salpetergas auf der Stelle: sie enthielten also den Sauerstoff chemisch gebunden, und zwar so, dass nicht der Phosphor, aber wohl die Basen des Salpetergas ihn entführen konnten.

Die wichtige Erscheinung, dass der Phosphor beständig weniger Sauerstoff in der Atmosphäre anzeigt, als das Salpetergas, war dem Scharfsinn des Herrn Guyton nicht entgangen; er bemerkt, (Encyklop. Band 1 S. 709.) dass der Phosphor nie mehr als 0.20 absorbiert, und da er den Rückstand nicht durch das Salpetergas analysirt hatte, so schreibt er diesen Mangel an Absorption der Bildung einer luftförmigen Phosphorsäure zu. Der damalige Zustand der Wissenschaft erlaubte diesem berühmten Chemiker nicht, die Auflösung des Phosphors in dem Stickgas vorauszusetzen, welche er heutiges Tages anzunehmen kein Bedenken trägt.

Am ersten und 15ten Messidor machte ich in dem Laboratorium der Agence des mines folgende Versuche, unter den Augen des Herrn Vauquelin: ich brachte atmosphärische Luft (zu 0.27 Sauerst.) in Berührung mit Phosphor, in drei Röhren A, B und C; die erste absorbierte in 10 Tagen 0.115, die zweite 0.103, die dritte 0.156; die Tempera-

tur des Laboratoriums war zwischen 18 und 24° des hunderttheiligen Thermometers, und die Röhre C zu 2 Centimeter im Durchmesser, so gelegen, dass die Sonnenstrahlen sie einige Stunden hindurch trafen. Der Mangel an Absorbtion rührte nicht von einem oxidirten Ueberzug her, welcher so oft den Phosphor braun färbt, denn als wir die letzte Röhre zurückzogen, sahen wir dieselbe in Berührung mit der atmosphärischen Luft rauchen. Die durch das Salpetergas und Schwefeleisen genau analysirten Rückstände, gaben für A, 0.03; für B, 0.05; für C, 0.01 Sauerstoff; die atmosphärische Luft hatte also in A, 0.145, in B, 0.153 und in C 0.166 Sauerstoffgehalt. Der Rückstand der letzteren musste noch $\frac{10}{1000}$ Sauerstoff enthalten, welchen das Salpetergas ihr nicht entführen konnte: wir brachten Phosphor hinein. Als wir die Wachskerze nahe brachten, war der Phosphor nicht nur weit davon entfernt sich zu entzünden oder zu rauchen, sondern schmolz tropfenweise, und heftete sich den Wänden des Apparats an. Das wenige Salpetergas, welches mit diesem sogenannten Stickgas gemischt war, verhinderte gewiss nicht dies Verbrennen des Phosphors; denn ich habe in einem sehr unreinen Salpetergas, das in der Eile, und ohne die in der Retorte enthaltne atmosphärische Luft davon zu trennen, war bereitet worden, dieses Verbrennen beobachtet.

Die nemlichen Erscheinungen zeigen sich in dem Rückstande der Luft, worinn der Phosphor verbrannt worden. Aeusserst selten bemächtigt sich diese säurefähige Base des ganzen mit dem Azote gemischten Sauerstoffs. Ich habe mich in Verbin-

dung mit Herrn Godeking, einem Schüler des berühmten Klaproth, während drei Monate damit beschäftigt, jeden Abend Phosphor in dem Reboul'schen Eudiometer verbrennen zu lassen: wir kamen dahin, die Irrthümer zu vermindern, indem wir die Röhre, mit welcher die Kugel verbunden ist, weiter machten; die in dieser enthaltne atmosphärische Luft entfernt sich alsdann (indess die Röhre unter Wasser getaucht wird) weniger von dem Phosphor bei ihrer Ausdehnung durch die Wärme; die Zersetzung geschieht schneller und ist vollkommener: indessen sahen wir unter einer grossen Menge solcher Versuche (ich kann für ihre Zahl wenigstens 800 annehmen) nur drei oder viermal Absorbtionen von 0.27 bis 0.28 Sauerstoff. Grösstentheils zeigte der Phosphoreudiometer nur 0.18 bis 0.20 Sauerstoff in der Atmosphäre, ein Zustand der Unreinheit, zu welchem diese in unsern Klimaten nicht herabsinkt. Das Salpetergas giebt in den allermeisten Fällen, in dem Rückstande des Reboul'schen Eudiometers einige Hunderttheile, aber, nach einer auf andere genaue Versuche gegründete Rechnung, selten allen darinn enthaltenen Sauerstoff an. Ich habe sogar Fälle gesehen, wo das Salpetergas das Volumen dieses unreinen Azote gar nicht verminderte. Ich liess Phosphor in einem atmosphärischen Gas verbrennen, welches, nach Herrn Jacquins Versuchen, über 0.26 Sauerstoff enthielt; der Phosphor absorbirte nur 0.16; der Rückstand in der Fontana'schen Röhre wurde durch das Salpetergas nicht verändert; man hätte glauben sollen, dass man mit einem sehr reinen Stückgas arbeite, und doch waren $\frac{10}{100}$ Sauerstoff darinn gebunden (caché.)

Da die neueren Chemiker anerkannt haben, dass das Azote den Phosphor unter einer Temperatur von 10° bis 12° auflöst, so könnte man glauben, wenn in dem Eudiometer des Reboul, Scheele und Berthollet von 100 Theilen atmosphärischer Luft nur 86 bleiben, dass dennoch über 14 Theile Oxygene absorbirt würden, weil das Azote, indem es den Phosphor auflöse, sich um 10° bis 12° ausdehne; in dieser Voraussetzung wären 0,26 Sauerstoff absorbirt, indess das Volumen des Rückstands nur 0,14 anzuzeigen scheint. Eben so hatte in dem mit H. Vauquelin angestellten Versuch die Röhre C vielleicht 0,26 anstatt 0,16 absorbirt; und die 84 Theile des Rückstandes, weit davon entfernt 0,10 Sauerstoff zu enthalten, welche in dem Azote gebunden scheinen, wären nur 74 durch die Auflösung des Phosphors um $\frac{7}{10}$ ausgedehnte Theile Azote.

Diese Zweifel mussten durch Versuche gehoben werden. Ich bereitete Azote sowohl durch Behandlung thierischer Materien mit Salpetersäure, als durch Entführung des Oxygene aus der Atmosphäre mittelst des Salpetergas; das letztere, mit der Auflösung des schwefelsauren Eisens gewaschen, war noch reiner, als das erstere. Der Phosphor gab in demselben gar keinen Schein von sich; ich liess ihn 10 bis 14 Tage darinn und nie sahe ich das Volumen des Azote merklich verändert, denn Differenzen von 0,01, oder 0,015 sind zu klein, als dass man sie beständigen Ursachen zuschreiben könnte. Oft entwickelt sich Oxygene aus den Zwischenräumen des Wassers. Kleine Irrthü-

mer sind bei so feinen Versuchen nicht zu vermeiden. Allein, im Ganzen blieb das Volumen des Stickgas immer das nemliche, ohngeachtet eine beträchtliche Menge Phosphor sich darinn aufgelöst befand; denn, als man ein Bläschen Sauerstoffgas in die Röhre brachte, wurde der ganze Apparat leuchtend; obgleich man den Phosphor in Substanz vorher herausgenommen hatte. Andere Betrachtungen unterstützen diese Fakta. So z. B. hatte der Phosphor in zwei Röhren 0.17 und 0.19 Sauerstoff absorbirt. Der Rückstand der zweiten, mit Salpetergas in Berührung gebracht, erlitt keine Verminderung des Volumens. Der Rückstand der ersteren gab eine neue Absorbition von 0.09 Sauerstoff. Da die geprüfte Luft bekanntlich 0.27 Sauerstoffgehalt hat, muss man nicht aus diesen Versuchen schließen, dass der erstere Rückstand 0.08 versteckte oder gebundene Lebensluft enthielt, indess das Salpetergas dem zweiten allen Sauerstoff bis auf $\frac{1}{100}$ raubte? Es ist eben nicht wahrscheinlich, dass der erstere sich zufällig um 0.08 ausgedehnt haben sollte, indess ein direkter Versuch beweiset, dass in dem zweiten die Vermehrung des Volumens nur von einem Rest von 0.09 Sauerstoff herkam, den der Fontanasche Eudiometer zu erkennen gab.

Ich endige die Erzählung dieser Erscheinungen mit einer Tabelle analoger Versuche, welche ich in meinem chemischen Tagebuche aufgezeichnet finde.

Feuerstoffgehalt der geprüften Luft	Vom Phosphor absorbirter Sauerstoff	Durch das Salpeterg. im Rückstand gefundner Sauerstoff	Im Rückstand gebundner Sauerstoff
o. 27	o. 18	o. 02	o. 07
o. 27	o. 12	o. 06	o. 09
o. 28	o. 10	o. 13	o. 05
o. 28	o. 19	o. 07	o. 02
o. 28	o. 14	o. 06	o. 08
o. 28	o. 12	o. 03	o. 13
o. 27	o. 09	o. 10	o. 08
o. 27	o. 08	o. 09	o. 10
o. 28	o. 15	o. 08	o. 05
o. 27	o. 23	o. 01	o. 03
o. 27	o. 09	o. 14	o. 04
o. 28	o. 20	o. 00	o. 08
o. 26	o. 15	o. 03	o. 08
o. 26	o. 17	o. 05	o. 04
o. 28	o. 12	o. 08	o. 08
o. 27	o. 18	o. 00	o. 09
o. 27	o. 20	o. 02	o. 05

Unter 17 mit vorzüglicher Aufmerksamkeit angestellten Versuchen war nicht ein einziger, wo die beiden säurefähigen Basen, des Phosphors und des Salpetergas allen Sauerstoff dem Stickgas hätten entziehen können.

Es bleibt uns nun zu untersuchen übrig, in welchem Zustand sich der Sauerstoff befindet, wel-

chen die strengste Rechnung als in dem Eudiometer von Scheele und Reboul verborgen ankündigt. Dieses Problem kann nur durch die Methode der Analogie aufgelöst werden. Da der in dem Stickgas enthaltne Sauerstoff keine Wirkung äussert, die freiem Sauerstoff zugeschrieben werden könnte, so muss man hieraus schliessen, dass er sich in demselben mit andern Materien chemisch gemischt befinde. Da der Phosphor sich in dem Stickgas auflöst, so ist es wahrscheinlich, dass ein Theil des Sauerstoffs aus der Athmosphäre sich mit diesem Phosphorstickgas (*phosphure d'azote*) verbindet, um in den Zustand eines luftförmigen Oxide mit doppelter Base überzugehen. Man bringe von Neuem Phosphor in den Rückstand, so wird er sich nicht entzünden können, indem ihn die nemliche Verwandtschaft zu dem Sauerstoff anzieht, durch welche dieser bereits gebunden ist; das Salpetergas hingegen zersetzt das oxydirte Phosphor-Stickgas, indem es ihm seinen Antheil Sauerstoff entziehet; aber diese Zersetzung geschieht nur zum Theil; und die letzten Hundertheile Sauerstoff sind beinahe jedesmal mit dem Stickgas und dem Phosphor so innig gemischt, dass ihre Absorbition durch einfache Verwandtschaften nicht zu erfolgen scheint. Wenn die Verbrennung des Phosphors sehr schnell vor sich geht, so wird dem Stickgas aller Sauerstoff entzogen, ehe das oxydirte Phosphor-Stickgas sich bilden kann; alsdann bemerke ich Absorptionen von 0.20 bis 0.25 Sauerstoff. Wenn hingegen der Phosphor nur langsam verbrennt, wenn die Dämpfe der Phosphorsäure viel Phosphor in Substanz mit sich fortführen (davon sie einen Theil an den Wän-

den der Röhre absetzen) alsdann kann man sicher seyn, dass sich viel Phosphor-Stickgas bildet, und ein grosses Volumen Sauerstoff sich mit demselben verbindet. Die Absorbtion geschieht noch unvollkommner, wenn man den Phosphor, anstatt ihn zu entzünden, lange rauchen lässt, indem man in der Zwischenzeit die Kugel mit kaltem Wasser abkühlt; alsdann bietet der Phosphor dem Stickgas eine grössere Oberfläche dar, und löst sich noch leichter in demselben auf. Wenn man den Versuch mit 4 oder 6 Cubikzoll atmosphärischer Luft macht, so kann man der Bildung dieser dreifachen Mischung aus Sauerstoff, Stickstoff und Phosphor, gleichsam mit seinen Augen folgen. Ich habe beobachtet, dass, wenn man den Rückstand der Luft, in welcher der Phosphor sich nicht mehr entzündet von Tag zu Tage analysirt, der Salpetergas in demselben fortschreitend weniger Sauerstoff verräth. So fand ich am neunten Tage, als ich 100 Theile von den 440 Theilen des Rückstandes trennte, 0.05 Sauerstoff in denselben, da mir am 15ten Tage 100 andere Theile kaum 0.01 gaben. Da das Volumen der 340 vom Neunten bis zum Funfzehnten Tage keine Veränderung erlitten hatte, so rührte die Verschiedenheit dieser Resultate ohne Zweifel nur von der innigeren Mischung des Sauerstoffs mit dem Stickgas und Phosphor während dieser Zeit her.

Wenn alle diese Erscheinungen in der Bildung einer luftförmigen phosphorigten Säure (*acide phosphoreux gazeux*) ihren Grund hätten, so konnte das Salpetergas das Volumen des Rückstandes nicht vermehren. Die Verwandtschaft des Phosphors zu

dem Sauerstoff ist zu stark, als dass der Antheil Stickgas in dem Salpetergas diese Phosphorsäure zersetzen könnte. Auch würde sie in der Kälte ihre Luftgestalt von selbst verlieren.

H. Vauquelin hat ein sehr wichtiges Faktum beobachtet, welches diese Ideen bestätigt: als er nemlich Phosphor mit sehr reinem aus oxygenirtem salzsauren Pflanzenalkali gezogenen Sauerstoffgas in Berührung liess, bemerkte er durchaus kein Leuchten unter der Temperatur von 10 bis 15°; er hatte diese Erscheinung erwartet, weil sein Gas kein Azote enthielt: der Apparat blieb ruhig und ohne Leuchten mehrere Tage hindurch; allein, als er einige Bläschen atmosphärische Luft unter die Glocke brachte, zeigte das ganze oxygenirte Gas phosphoresirende Wölkchen; ein Faktum, welches deutlich beweist, dass das Sauerstoffgas eben so gut, als das Stickgas den Phosphor auflösen kann.

Zufolge dieser Angaben dürfen wir uns nicht mehr wundern, dreifache Mischungen aus Phosphor, Sauerstoff und Stickstoff zu entdecken, und zwar um so weniger, da das Gemische aus Sauerstoff, und Stickgas in der atmosphärischen Luft so innig ist, sich dem Zustand einer wahren chemischen Mischung so sehr nähert, dass der Sauerstoff an allen Veränderungen, welche der Stickstoff erleidet, bis auf einen gewissen Punkt Theil nehmen zu müssen scheint. Von dieser Verwandschaft, von dieser Zusammenhangung, welche die beiden Grundbestandtheile unsrer Athmosphäre gegen einander äussern,

hängt eine grösse Menge der wichtigsten Erscheinungen ab; und wenn wir von der einen Seite bemerken, dass der Stickstoff sich einiger Theile Sauerstoff bemächtigt, so sehen wir von der andern Seite jenen von diesem entführt, um sich in einigen Metallkalken zu fixiren.

Aus den in dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen scheint zu folgen:

1°. Dass der Phosphor, sowohl, wenn man ihn verbrennen, als wenn man ihn blos in atmosphärischer Luft leuchten lässt, eine äusserst ungewisse eudiometrische Substanz ist, indem er oft, anstatt 0. 27, nur 0. 15 oder 0. 20 Sauerstoff absorbiert.

2°. Dass das Salpetergas beinahe jedesmal einige Hunderttheile Sauerstoff in dem Rückstande des Phosphoreudiometers entdeckt;

3°. Dass alle Stickgase, in welchen der Phosphor keinen Schein von sich giebt, und die durch das Salpetergas nicht an Volumen abnehmen, nicht als sauerstoffleer angesehen werden können.

4°. Dass der Phosphor sich gleich gut im Stickgas und im Sauerstoffgas auflöst, und dass sich auf diese Art Oxyde mit doppelten Basen von Phosphor und Stickgas (oxidirte Phosphor-Stickgase, des phosphures d'azote oxidés) bilden, welche das Salpetergas nur zum Theil zersetzt.

Da die Verwandtschaften des Phosphors und Stickgas, wie die Herren Berthollet und Fourcroy äusserst richtig bemerkt haben, eine wichtige Rolle in dem chemischen Lebensprozess spielen, so ist es nicht weniger wahrscheinlich, dass die thierischen Substanzen ebenfalls Oxide mit doppelten Basen von Stickstoff und Phosphor enthalten.

IV.

Beschreibung

eines

Absorptions - Gefäßes

welches besonders

als

Kohlensäure - Messer

gebraucht werden kann.

Wenn Luftgemenge eben so genau als Fossilien zerlegt werden sollen, so müssen wir dahin streben, das Volumen eines Stoffes so genau, als sein Gewicht angeben zu können. Unsere Waagen haben bereits eine Vollkommenheit erlangt, welche wenig zu wünschen übrig lässt. Eine von Ramsden in London, Fortin in Paris, Künn in Wien, Paul in Genf und Hauff in Darmstadt wiegt ein bis zwei Pfund und ist dabei noch für den 0,0001 Theil des Totalgewichts empfindlich. Bei kleinern Lasten kann man an einem Ramsdenschen Instrument bis

0,000001 unterscheiden. Wie weit sind wir bei allen Arbeiten der pneumatischen Chemie von einer solchen Genauigkeit im Messen des Volumens entfernt! Wie wenig hat man noch ernsthaft daran gedacht, das Abmessen oder Bestimmen der Capacitäten zu vervollkommen.

Da wir weit genauer wägen, als messen, so ist der Gedanke sehr natürlich (bei luftförmigen Stoffen z. B. deren Gewicht pro Kubikfuss bekannt ist) das Volumen durch das Gewicht zu bestimmen. Man könnte glauben diesen Zweck auf zwiefache Weise erreichen zu können, einmal, indem man die verminderte Luftmenge selbst, oder indem man die Flüssigkeit wäge, welche die verschluckte Luft verdrängte. Aber beide Methoden sind so schwierig in der Ausführung, dass sie in den meisten Fällen, zu den unsichersten Resultaten führen. Jede Luftart hat die Fähigkeit, bald mehr, bald weniger Wasser aufzunehmen, sey es, dass dasselbe wirklich chemisch aufgelöst wird, oder den Lufttheilchen (als dichtern Körpern) bloß adhärirt. Diese Fähigkeit hängt keinesweges bloss von der Temperatur der Gasarten, sondern auch von ihrer elektrischen Ladung und anderen, den Physiker unbekannten Verhältnissen ab. Nun ist das Gewicht des in der Luft enthaltenen Wassers oft weit beträchtlicher, als das Gewicht der kleinen Luftmasse, welche bei unsern Versuchen absorbirt wird. Die Waage zeigt daher eine Luftvermehrung an, wo das Volumen sichtbar vermindert worden ist. Das Gewicht eines Kubikzolls Luft, hängt allerdings von seinem grössern oder geringern Sauerstoffgehalte ab. Dennoch

würde man sehr irren, wenn man das Gerstner'sche Manometer als Eudioskop gebrauchen wollte. Die Mittel, durch welche Gasarten getrocknet werden sollen, ätzendes Ammoniak, Pottaschen- und absorbirende Erden, wirken alle nur unvollkommen. Ich habe Flaschen, welche künstlich getrocknete Luftarten enthielten, stark erhitzt und dann in Schnee getaucht. Die, welche von der plötzlichen Erkältung nicht zersprangen, setzten reichlich Nebel an den Wänden des Gefäßes ab. Ein solcher schneller Uebergang von der höchsten zur niedrigsten Temperatur, ist vielleicht eines der besten Mittel zur Abscheidung des Wassers aus den Luftarten. Immer aber kann man annehmen, dass das unvollkommenste kalibrierte Gefäß, das Volumen einer Gasart genauer, als die Wage, angeben wird. Feuchte Metalle oxydiren sich durch eine Wasserzerlegung. In der Auflösung des Schwefel-Alkali geht beim Contact mit der atmosphärischen Luft ebenfalls eine Zersetzung des Wassers vor. Feuchte Kohlen ziehen, bei einer Temperatur von 10 - 12° Reaum. den Sauerstoff der Atmosphäre an sich. In allen diesen Fällen kann die Waage die Gewichtsveränderungen ebenfalls nicht angeben, weil über die Verdampfung feuchter Substanzen (sie mögen fest oder flüssig seyn) keine sichere Rechnung zu halten ist. Nicht minder schwierig ist die zweite Methode, das Volumen der absorbirten Gasart durch das Gewicht, der, die Luft verdrängenden Flüssigkeit zu finden. Man wiegt eine wohlverschlossene Flasche, wenn sie 10 Kubikzoll Luft sammt der absorbirenden Flüssigkeit enthält. Nach der Absorption dringt neue Flüssigkeit in die geöffnete Flasche

ein. Man wiegt dieselbe nun von neuem, und der Ueberschuss des Gewichts zeigt die Grösse der Luftverschwindung an. Auf dieses Princip ist das Seaussurische Salpeterluft-Eudiometer gegründet. Ausser der Schwierigkeit, welche das ungleich tiefe Eindringen des Stöpsels verursacht, und der bei Glocken, Kugeln und Röhren fast gar nicht auszuweichen ist, macht die ungleiche Mischung oder Heterogenität der absorbirenden Flüssigkeit, die Resultate dieser Methode ungewiss. Ist Salpetergas mit der Auflösung von schwefelgesäuertem Eisen, Kohlensäure mit flüssigem Ammoniak in Berührung gesetzt, so muss das Absorptions-Gefäss in Auflösungen geöffnet werden, die genau von gleicher Stärke (Dichte) sind. Fällt gar bei Eröffnung des Stöpsels von dem niedergeschlagenen salpetersauren Eisen, z. B., aus dem Gefässe heraus, so wird dieser Verlust die Veranlassung zu einem neuen Irrthume. Ist die Luftersetzung durch feste Stoffe, z. B., durch angefeuchtete einfache Erden, oder Humus geschehen, so ist die ganze Anwendung der Methoden unmöglich. Das Wasser kann nicht eindringen, ohne dass nichts von der Erde verloren gehe.

Unmittelbares Messen des Volums bleibt also in den meisten Fällen*) der Bestimmung des Vo-

*) In den meisten, doch nicht in allen. So ist beim Kalibrieren der Gefässe die Methode des Abwiegens und Einschüttens gleicher Theile Quecksilber sehr zu empfehlen. Mit Wasser arbeitet man beim Aichen, wegen der Adhäsion dieser Flüssigkeit nie sehr genau. Statt gleiche Gewichte oder Volumen Wasser in das Gefäss zu schütten, welches getheilt werden

lums durch Gewicht vorzuziehen. Aber die Genauigkeit dieses Messens beruhet freilich auch wieder auf der Gestalt der Gefässe, deren man sich bedient. Glocken von 6 - 8 Zoll Durchmesser machen das Verschwinden von 0, 2 Kubikzoll Luft nicht sichtbar. Das Steigen der Flüssigkeit ist zu unbedeutend gegen den breiten unbestimmten Rand, durch den sie an den Wänden des Glases begrenzt wird. Enge Röhren, die oben verschlossen sind, verdienen den Vorzug vor den Glocken. Da sie aber der absorbirenden Flüssigkeit nur wenig Oberfläche einräumen, so können sie nur zum Messen dienen, und die Luftmenge muss aus einem weitem Absorptionsgefässe in die Röhren übertragen werden — eine Operation, die leicht einen kleinen Luftverlust veranlasst und um so umständlicher ist, je enger und daher vortheilhafter zum Aichen die Röhren construirt sind.

Besser noch als Glocke und Röhren sind Gefässe, die unten, gegen die Oefnung hin, etwa 2 - 3 Zoll Durchmesser haben, und sich oben in ein enges Rohr endigen. Läuft dieses Rohr konisch zu, so muss es zwar sehr vorsichtig kalibriert werden, ist aber alsdann auch für die kleinste Veränderung des Volums empfindlich. Ich bin erstaunt, diese koni-

soll, fülle man dasselbe lieber ganz mit Wasser und kalibrire durch Luft, das heisst, man lasse gleiche Mengen Luft das Wasser verdrängen. Bei einer Arbeit über die Unvollkommenheiten der bisherigen Eudiometer habe ich Gelegenheit gehabt, die Vorthelle dieser letztern Methode aus der Erfahrung kennen zu lernen.

schen Gefässe, deren sich Herr Senebier mit grossem Vortheil zu seinen Versuchen, über das Athmen der Pflanzen bedient hat, fast in keinem Laboratorium angetroffen zu haben. Phosphor löst sich in reinem Sauerstoff und Stickgas auf. Aus dem letztern fällt derselbe oft von selbst nieder und bildet dann (wie ich bei Herrn Ehrmann in Strassburg sah) baumartige Aneinanderreihungen kleiner Kristalle. Gehen Volumveränderungen bei diesem Auflösen und Absetzen des Phosphors vor, so betragen sie gewiss kaum 0,0001 eines Kubikzolls. Die Senebierschen Gläser sind fast allein geschickt, sie sichtbar zu machen.

Die Menge der freien Kohlensäure, welche der atmosphärischen Luft adhärirt, scheint zwischen 0,005, 0,015 zu schwanken. Um zu wissen, ob auf hohen Bergen so viel Kohlensäure, als im Thale, in Eichenwäldern so viel, als in Tannenwäldern vorhanden ist; um zu untersuchen, ob eine Kröte mehr Kohlensäure, als ein Frosch erzeugt, muss man die kleinsten Unterschiede der Luftverschwindung beobachten können. Versuche in Glocken, in denen man die zu untersuchenden Gasarten mit ätzendem Ammoniak, Kalkwasser oder reiner Bittererde in Berührung setzt, gewähren diese Feinheit der Beobachtung nicht. Schütteln der Luft mit absorbirenden Flüssigkeiten in Röhren, (eine Methode, die ich nur allzuoft angewendet sehe) ist noch unvortheilhafter. Die Luft, welche in den Zwischenräumen dieser Flüssigkeiten enthalten ist, entbindet sich und wird, selbst nach vielen Stunden, nie wieder ganz verschluckt. Ich habe durch

mehrere Versuche gefunden, dass dies Schütteln (wenn es auch nur 4 - 5 Minuten lang, mässig fortgesetzt wird) beim flüssigen Ammoniak 0, 02 bis 0, 03, beim Kalkwasser oft noch mehr beträgt. Alle Angaben der Kohlensäuren, welche durch diese Methode gefunden sind, geben das Volum zu klein an. Oft scheint gar keine Kohlensäure vorhanden gewesen zu seyn, wo ihre Menge genau so viel, als die Menge der aus dem Kalkwasser ausgetriebenen Luft beträgt. Oft ist das Volum der Luft grösser geworden, als es vor dem Schütteln war. Da indess bei Arbeiten, die weniger Genauigkeit erfordern, z. B. beim Reinigen der, aus dem oxydirten Braunstein entbundenen kohlensäurehaltigen Lebensluft, die Absorbition durch Schütteln nicht zu verwerfen ist, so scheint es mir für den praktischen Arbeiter sehr rathsam, sich an ein gleichmässiges Schütteln zu gewöhnen, um durch Versuche zu bestimmen, wie viel Luft er durch diese Bewegung aus den Flüssigkeiten entbindet. Man kann diese Fertigkeit in der That nicht nur schnell erlangen, sondern auch so weit treiben, dass der Irrthum nicht über 0, 01 beträgt.

Um bei Untersuchung der Grubenwetter die Menge der Kohlensäure genauer zu bestimmen, habe ich mich mit vielem Vortheile seit dem Jahr 1795, eines kleinen Instruments bedient, welches aus einer Kugel von 1, 5 Zoll Durchmesser besteht, die sich in eine 2 - 3 Linien weite, etwa 8 Zoll lange Röhre endigt. Dies Instrument unterscheidet sich von den Senebierschen Absorbionsgläsern dadurch, dass es nicht konisch und an dem verengten Theile

geöffnet ist. Es stellt ein ungefülltes Thermometer mit einer grössern Kugel vor. Die Röhre wird in aliquote Theile des ganzen Volums eingetheilt. Am schicklichsten ist das Verhältniss des Inhalts der Kugel zu dem der Röhre $= 5:1$. Wenn 20 Theile auf die letztere getragen werden, so unterscheidet man noch genau den 10ten Theil eines jeden, also 0,005 des Volums. Um dieses einfache Instrument zu gebrauchen, füllt man es, z. B. mit Kalkwasser und schüttet davon an dem unterirdischen Orte, dessen Wetter man in Rücksicht auf ihren Kohlensäuregehalt, untersuchen will, willkührlich, z. B. bis an dem 142sten der kleinsten Theilstriche (die ganze Röhre hat 200, welche von der Mündung an gezählt werden) aus. Diese 142 Theile Luft lasse man nun, indem man das Instrument umdreht und die Mündung in eine kleine Schale mit Kalkwasser setzt, in die Kugel steigen. Hier stehen sie nun mit einer grossen Oberfläche der absorbirenden Flüssigkeit in Berührung. Nach 12 - 16 Stunden, wenn man die Absorbition der Kohlensäure für vollendet hält, lässt man die verminderte Luft in der Röhre zurücksteigen. Die Menge des Kalkwassers hat sich nun in dem Instrumente vermehrt, und die Oberfläche dieser Flüssigkeit wird, z. B. bis zu dem 138sten Theilstriche weichen. Verändert die Correktion nach dem Barometer und Thermometer diese Zahl auf 139, so beträgt die Menge der gefundenen Kohlensäure $142 - 139$, oder 0,021. Um die Kugel zu sichern und das senkrechte Halten des Instruments (welches zum richtigen Messen unbedingt nothwendig ist, zu erleichtern, kann man die Kugel in einen metallenen Würfel einküthen

lassen, auf dessen Grundfläche die Röhre genau senkrecht steht. Zum Ablesen der Theilstriche pflege ich dann diese Grundfläche auf ein horizontalstehendes Brett zu setzen.

So vortheilhaft nun auch dieser Kohlensäuremesser schien, so brachte ich doch im Herbst 1796 mit Herrn Gödeking ein anderes Absorptionsgefäss (Tube d'absorption) zu Stande, welches auf dem Grundsatz communicirender Röhren beruht, und welches noch mehrere Vorzüge mit einander verbindet. Es gewährt bei einem kleinen Volumen eine grosse Genauigkeit der Messung, eine Schnelligkeit der Absorption und (ein Umstand, der für Reisende gewiß nicht unbeträchtlich ist) es bedarf nur eine überaus kleine Quantität von Reagentien. Man kann es, wie unsern Thermometer und Barometer, an die Wand hängen, um der Absorption, welche das Fallen der Flüssigkeit vergrößert sichtbar macht, mit dem Auge zu folgen. Ja man kann es (wie eine lange Erfahrung beweist) so fest verschliessen, dass man die Luftzersetzung bei Fussreisen auf Gebirgen, sicher in seiner Tasche vernimmt. So wenig Verdienst auch in der Erfindung eines so einfachen Apparats liegt, so darf die Schnelligkeit, mit der sich sein Gebrauch verbreitet hat und der schmeichelhafte Beifall, den die Herausgeber der Annales de Chimie demselben geschenkt haben, auch wohl hoffen lassen, dass eine umständliche Beschreibung davon dem selbstarbeitenden Physiker angenehm seyn wird. Die erste Kupfertafel stellt den Kohlensäuremesser nach einer Zeichnung dar, welche ich der Güte des

Herrn Prony, der sie hat verfertigen lassen, verdanke.

Das Instrument besteht aus einer 3, 5 bis 4 Linien weiten, etwa 12 Zoll langen sehr starken Glasröhre, die sich unten in eine Kugel von 1, 2 bis 1, 3 Zoll Durchmesser endigt. Die untern 3 Zoll der Röhre werden an der Lampe so umgebogen, dass die Kugel nicht über 0, 7 Zoll weit von dem Rohre absteht. Dieser geringe Abstand ist nöthig, um den Kohlensäuremesser in ein enges Glas mit Wasser tauchen zu können. Die übrigen Dimensionen sind gleichgültig. Es kommt nur darauf an, dass die Röhre in dem obern Theile *a b* durch Kolibration gleich weit gefunden und nicht zu enge ist, um sich bequem zu füllen. Verengerungen oder Erweiterungen in *c* und *d* sind für den Gebrauch ganz gleichgültig, wenn zur Ersparung der Reagentien die ganze Capacität des Instruments nur nicht über 2 bis 2, 5 Kubikzoll beträgt. Die Röhre *a b c* ist in der Mitte bei *e* dergestalt zerschnitten, dass der obere Theil *a e* etwa 7 Zoll Länge behält. Beide Theile sind in Metall gefasst (geküttet) und können so fest auf einander geschroben werden, dass Glas auf Glas passt und auch ohne dazwischen gelegtes Leder, keine Flüssigkeit bei *e* ausdringt. Das obere Ende der Röhre ist in einen, etwa 6 Linien hohen metallenen Cylinder geküttet, der von aussen bei 8-9 sehr engen Schraubengänge hat und an der Mündung kegelförmig ausgedreht ist. In diese Mündung nun passt ein konisches Muschelventil *g* von 1, 2 Linien Dicke. Ein zweiter Cylinder von Metall *h*, der bei 5 Li-

nien Höhe oben durch eine Platte verschlossen und inwendig als Schraubenmutter ausgehöhlt ist, passt als Deckel auf die Röhre und drückt, indem er aufgeschoben wird, auf das Muschelventil. Um diesen Druck zu vermehren, ist die Platte *k l* in der Mitte durchbohrt und eine zweite Schraube *m* presst das Ventil auf die Mündung der Röhre.

Diesen Verschluss, der überaus luftdicht ist und jeden Stoss aushält, kann ich überall empfehlen, wo die Dünnpigkeit des Glases den Gebrauch eingeriebener Stöpsel untersagt, oder, wo es darauf ankommt, das zu erreichen, was der Schieber des Fontanaschen Eudiometermaasses erreicht, nemlich, genau gleiche Volumen einer luftförmigen oder tropfbaren Flüssigkeit abzuschneiden. Herr Kleinstüber zu Weimar und der vortrefliche Mechanikus Herr Hamberger zu Wien verfertigen Luftmagazine, welche mit diesen doppelt angeschobenen Muschelventilen versehen sind.

Der Gebrauch des beschriebenen Absorptionsgefäßes ist sehr einfach. Soll es, z. B. als Kohlensäuremesser benutzt werden, so füllt man das ganze Gefäß mit flüssigem ätzenden Ammoniak. Um die Luft aus der Kugel auszutreiben, fasse man das Instrument mit 3 Fingern so, dass der Zeigefinger auf dem Ventile aufdrückt. Die gebogene Röhre *a c d* muss so gehalten werden, dass sie in eine durch den Arm senkrecht gelegte Fläche fällt und dass die Kugel nach aussen gekehrt ist. Indem man nun die Hand herabbeugt und das Instrument schnell nach Innen gegen den Ellenbogen bewegt,

so dass *a* senkrecht unter *c* zu stehen kommt und nun *e* einen halben Kreis beschreibt, so sinkt die Flüssigkeit aus der Röhre *abec* in die Kugel herab und verdrängt die Luft daraus, welche, indem man die Hand wieder aufwärts beugt, in die Röhre hinauf steigt. Ich gebe diesen Handgriff vorsetzlich mit pedantische Genauigkeit an, weil ich Personen kenne, die ihn von selbst nicht aufgefunden haben, und den Kohlensäuremesser, der in 2 Minuten vollkommen gefüllt werden kann, so halten, dass neue Luftblasen in die Kugel dringen, wenn sie bereits ganz mit Ammoniak gefüllt ist.

Will man die Kohlensäure untersuchen, welche in der Abendluft enthalten ist, so giesse man an einem freien Orte einige Tropfen Ammoniak aus der Röhre *ab* aus, so dass die Flüssigkeit nur bis *b* steht. Ist der obere Theil der Röhre eingetheilt, so kann man sogleich die zu prüfenden Luftmengen ablesen. Ist sie es nicht (und ich ziehe den letztern Fall vor, weil das Instrument sonst unnöthig kostbar wird) so fasse man mit dem Cirkel die Länge der Luftsäule *ab* und trage sie auf einen Maassstab, an dem ein Zoll wenigstens in 50 Theile getheilt ist. Richer in Paris und Renard in Berlin, verfertigen dergleichen Maassstäbe sehr scharf in Glas mit dem Demant geschnitten. Gesetzt, die Luftmenge betrage 206 Theile. Man schliesse das Ventil durch die Schrauben und lasse die 206 Theile mittelst des vorher angegebenen Handgriffes in die Kugel steigen. Hier befinden sie sich in einer vortheilhaften Lage zur Absorbtion. Wenig Luft ist mit vielem, eine grosse Oberfläche darbie-

tenden Ammoniak in Berührung. Die Säule *a c* macht selbst einen kleinen Druck, der unter dem Ventil einen luftleren Raum veranlasst. Man findet eine kleine Schwierigkeit, das Ventil aufzuheben, und indem man die äusere Luft hineindringen und den Spiegel der Flüssigkeit um 0,01, bis 0,02 sinken sieht, ist man geneigt, einer anfangenden Absorption zuzuschreiben, was bloss von dem hydrostatischen Drukke abhängt.

Indem nun die Absorption in der weiten Kugel so unmerklich ist, dass kein Steigen beobachtet werden kann, so sinkt das Ammoniak in der engen Röhre sehr sichtbar. Glaubt man die Absorption vollendet (was durch einen Stillstand im Sinken angedeutet wird) so fülle man die Röhren *a b c* wiederum gänzlich und schliesse sie mit dem Ventile. Durch einen Handgriff, der den vorbeschriebenen gerade entgegengesetzt ist, durch ein Drehen des Instruments um *e*, indem die Kugel gegen den Körper des Physikers hin gehalten wird, steigt nun die verminderte Luft aus der Kugel in die Röhre zurück. Wollte man hier unmittelbar ihre Länge mit dem Cirkel messen, so würde man sehr irren, da aus der Konstruktion und Behandlung des Instruments leicht einzusehen ist, dass die Luft nunmehr nicht dieselbe Elasticität haben kann, in der sie zuerst gemessen ward. Sie ist comprimirt, und ihre geringere Menge ist daher nicht der Absorption allein zuzuschreiben. Um diesen Irrthum zu vermeiden, habe ich die Schraube bei *e* angebracht. Ich tauche das ganze Instrument in ein Glas mit Wasser, so dass der Wasserspiegel über *e* reicht.

Indem nun die von Kohlensäure gereinigte Luft unter dem Ventile steht, schraube ich *e* auf und halte den obern Theil der Röhre senkrecht so tief unter Wasser, dass die äussere und innere Oberfläche der Flüssigkeit in einer horizontalen Fläche liegen. Die eingeschlossene Luftmenge setzt sich nun in das Gleichgewicht mit der Athmosphäre und wird in diesem Zustande gemessen. Bleiben von 206 Theilen nur 202,5 übrig, so war demnach die Menge der Kohlensäure genau 0,017.

Diese Berechnung ist unter der Voraussetzung gemacht, dass Temperatur und Elasticität der Athmosphäre, während der Absorbtion keine Veränderung erlitten hat. Um auf diese beiden Verhältnisse Rücksicht nehmen zu können, ist das Instrument sehr bequem eingerichtet. Die Eröffnung der Schraube *e* giebt der geprüften Luftsäule sogleich die Elasticität der äussern Athmosphäre, und will man nicht zugleich auch die veränderte Temperatur in Rechnung bringen (sondern nur für das Barometer corrigiren) so macht das Eintauchen des Instruments im Wasser, diese Arbeit entbehrlich. Flüssigkeiten verändern ihre Temperatur zu einer Jahrszeit nur wenig, und selbst der bestimmte Wärmegrad von 10° . Reaum. (wenn man gerade diesen wählen sollte) ist durch Mischungen leicht hervorzubringen. Neben dem aufgeschrobenen Kohlensäuremesser hat ein Thermometer noch immer auch in dem kleinsten Wasserglase Platz. Die Bestimmung der verschluckten Luftmengen und die Correktion nach dem Barometer- und Thermometerstande ist die Arbeit weniger Minuten.

Da die Genauigkeit der Mischung von dem Verhältniss der Kapazität der Kugel zu der, der Röhre abhängt, so würde es bei andern Dimensionen leicht seyn, nach den 0,00001 Theil, der zu prüfenden Luftmenge sichtbar zu machen. Wenn indess die Feinheit der Messung keine Grenzen hat, so ist jedoch bei allen physikalischen Arbeiten ein gewisses Maximum anzugeben, über welches hinaus den Zahlen nicht mehr zu trauen ist. Wenn ich die Polhöhe eines Orts, mehrere Tage hinter einander, mit einem zweizölligen Dosensextanten*) bestimme, so kann ich durch Mittelzahlen die Bestimmung bis auf den zehnten Theil einer Sekunde treiben. Wenn ich die im Fontanaschen Eudiometer geprüfte Luft in ein Senebiersches konisches Glas übergehen lasse, so kann ich die Absorbtion bis auf Hunderttheile eines Grades angeben. Was hilft aber diese scheinbare Genauigkeit, da ich weiss, dass ich bei dem Niwelliren des allzukleinen Horizonts, in welchem die Sonnenhöhe genommen ward, um 30 — 45 Sekunden, in dem Schütteln der Gasarten über Wasser, um 1 bis 1,5 Grade irren kann? Man muss bei jedem astronomischen oder physikalischen Instrument genau untersuchen, welches die kleinsten Theile sind, auf deren Be-

*) Dieses merkwürdige Instrument (eine neue Erfindung von Troughton in London) ist bis auf 1 Minute getheilt, und in Form einer Dose, hat $2\frac{1}{2}$ Par. Zoll Durchmesser, bei 1 Zoll Höhe. Es gehört ein künstlicher Horizont mit einer Libelle von gleicher Kleinheit dazu, und dieser ganze astronomische Apparat, den man bequem in den Westentaschen trägt, kostet zusammen etwas über 4 Pfund Sterling.

stimmung man sich verlassen darf. Bei dem oben beschriebenen Absorptionsgefäße, glaube ich, diese Gränzen bei Tausendtheilen festsetzen zu können. Mehrere Versuche mit einerlei Luft in verschiedenen Röhren haben nie über halbe Hunderttheile von einander abgewichen. Die Ausdrücke 0,016, oder 0,009 darf man sich daher nur in so fern erlauben, als sie bloß etwas mehr, als Anderthalb, oder weniger als Einhunderttheil ausdrücken. Nicht 0,001, aber wohl 0,003 mehr oder minder, glaube ich, bei reinlicher und sorgfältiger Arbeit unterscheiden zu können.

Zur Bestimmung der Kohlensäure ist auf physikalischen Gebürsreisen, Kalkwasser dem Ammoniak weit vorzuziehen. Es absorbirt eben so schnell, es ist leichter zu bereiten und (was am wichtigsten) das bloße Auge entscheidet über seine Güte. Ätzende Schwererde wirkt oft weniger, als Ammoniak und Kalkwasser. Bei dem wichtigen Versuche über den Demant, welchen Herr Guyton vor wenigen Wochen in der Ecole polytechnique anstellte, wurde die Luft, welche nach dem Volumen übrig blieb, mit Schwererde in Berührung gesetzt. Nach mehreren Tagen sollte ich die nun von der Kohlensäure befreiten Gasarten, in Rücksicht auf ihren Sauerstoffgehalt prüfen. Ich wusch sie aus Vorsicht vorher mit Ammoniak und fand noch 0,03 Kohlensäure, welche die ätzende Erde übrig gelassen hatte. Viele Chemisten ziehen überhaupt die Absorption der Kohlensäure durch feste Substanzen der durch flüssige vor. Auf Bestimmungen nach der Gewichtszunahme ist dabei zwar nicht zu rechnen,

weil die hygroskopischen Veränderungen jeden Calcul fehlerhaft machen. Aber man entbindet die Kohlensäure selbst aus den kohlenengesäuerten Stoffen und misst sie so, wenn sie einzeln dargestellt ist. Die Vorzüge dieser Methode scheinen mir aber darum nur sehr geringe, weil man beim Austreiben der Kohlensäure die Luft der Entbindungsflasche ohne Verlust an Kohlensäure, nicht rein absondern kann und also, wenn man alles zugleich aufammelt, entweder zu einer unsichern Schätzung der Capacität der Gefässe, oder doch gar zu einem Absondern der Kohlensäure durch Kalkwasser schreiten muss. Man gelangt also auf einem weitläufigen Wege dahin, wohin ein kürzerer unmittelbar führt.

Dass der Kohlensäuremesser, als allgemeines Absorptionsgefäss, z. B. zur Abscheidung des Stickgases von dem Salpetergas durch die Auflösung von schwefelsaurem Eisen (sulfate de fer) zur Verschluckung des atmosphärischen Sauerstoffs, durch aufgelöstes Schwefelalkali, durch die Solution von salzsaurem Zinn, durch Wasser mit einer Alaunerde, oder Dammerde gemengt, durch den Aufguss von Alkohol auf frische Baumblätter u. s. w. gebraucht werden kann, bedarf hier keine Ausführung. Als Scheelsches Eudiometer (mit Schwefelalkali) habe ich es und haben es andere besonders mit grossem Vortheil benutzt. Da man das kleine Instrument sehr bequem in ein Glas mit heissem Wasser tauchen kann, und da alle Affinitäten bei erhöhter Temperatur schneller wirken, so habe ich oft bei 40°. Reaum, in 6-8 Stunden schon 0,14 Oxygen ver-

schwinden sehen. In 18 - 24 Stunden ist die ganze Absorbtion, zu der Scheele mehrere Tage brauchte, bereits vollendet. Bei dem Erwärmen des Instruments muss natürlich das Ventil bei *a* aufgeschoben werden. Dass die zu prüfende Luft in der Kugel sich so weit ausdehnen sollte, dass sie durch den gekrümmten Hals *d c* aufwärts stiege, ist, da sie kaum ein 3 bis 400 Kubik-Linien beträgt, nicht zu fürchten.

Die Herren Mossy (quai-Pelletier), Betailly (place de l'Ecole n. 7. près de la rue des prêtres) Dumotiez (rue du Jardinot n. 12) zu Paris, verfertigen mit vorzüglicher Genauigkeit das hier beschriebene Absorbtionsgefäss. Zwei, oder auch vier davon lassen sich bequem in ein 10 Zoll langes, 6 Zoll breites und kaum 1,5 Zoll hohes Futteral packen, das man auf Bergreisen nicht unbequemer, als ein Seaussürsches Hygrometer, bei sich führen kann. Statt der messingenen, oder eisernen gefirnissten Schraube bei *e*, sollte man versuchen, die obere Röhre in die untere, etwas weiter einzuschleifen. Bei der Arbeit mit Schwefelalkali würde man dadurch an Reinlichkeit gewinnen. Wird eine geringere Genauigkeit der Messung gesucht, so kann man die Röhre *a b c* ganz unzerschnitten lassen. Man rechnet dann so viel Theile, als man von der absorbirenden Flüssigkeit zugiesst, indem die Luft beim ersten Eintreten in die Kugel ihre Elasticität verändert, von der gefundenen Absorbtion ab, und verwandelt dadurch die scheinbare Luftveränderung in die wahre. Ja! man kann auch (was noch einfacher ist) die Menge der zu prüfen-

den Luft erst dann bestimmen, wenn man sie nach dem Zugiessen, oder gänzlichen Füllen der Röhre, sogleich in dieselbe zurücksteigen lässt und in diesem verdichteten Zustande misst. Alsdann ist beim Messen nach der Absorbtion, wenn die Luft zum zweiten Male aus der Kugel in die Röhre tritt, jede Correktion entbehrlich. Wer nur einigermaßen mit den ersten Grundsätzen der Hydrostatik bekannt ist, wird das Maximum des Fehlers, welcher bei dieser letztern Methode begangen ward, leicht von selbst auffinden.

Der Name Anthracometer, welchen man diesem Instrumenten zu geben anfängt, ist nicht ganz sprachrichtig gebildet. Die lebendige Nervenfasern ist, (wie ich an einem andern Orte gezeigt) ein wahres Anthrakoskop, der Kohlensäuremesser aber ein Anthroxyometer. Er misst die Menge der Säure und nicht die Menge des Kohlenstoffs. Doch kommt es bei solchen Benennungen nicht auf die pünktlichste Genauigkeit an, und, da man gar eigentlich Oxyanthrakometer sagen sollte, so würde ich selbst den wohlklingenden Namen Anthrakometer vorziehen.

V.

Ueber
die Kohlensäure
welche
in dem Dunstkreise
verbreitet ist.

Unter die zahllosen Gegenstände der Meteorologie, über welche es an genauen Erfahrungen fehlt, gehört die Bestimmung des Kohlensäuregehalts der Athmosphäre. Welches ist die gewöhnliche, welches die grösste oder kleinste Menge der Kohlensäure, die in dem Dunstkreise verbreitet ist? Wird diese Menge in der heissen Zone grösser, als in der gemässigten und kalten, in unsern schneereichen Wintermonaten geringer, als im Sommer, auf hohen Bergen geringer, als in der Ebene gefunden? Wie unterscheidet sich die Nacht- und Tagesluft von einander? Wie die Luft auf dem weiten Ozean von den waldreichen Gegenden? Alle diese Fragen blieben bisher unbeantwortet. Weit davon entfernt,

diese Lücke jetzt schon ausfüllen zu können, stelle ich hier nur die Resultate derjenigen Versuche zusammen, welche ich seit 3 Jahren, theils mit dem Kohlensäuremesser, theils in wohlkalibrirten Röhren angestellt habe. Auf der weiten Reise, zu der ich mich anschicke, werde ich Gelegenheit haben, die Zahl dieser Beobachtungen zu vermehren.

Die Hauptquellen der im Luftkreise enthaltenen Kohlensäure, sind das Athmen der Thiere und der Pflanzen, die eigentlichen Gährungs- und Faulungs-Processen und (vielleicht die wichtigste und am meisten übersehene Quelle) die Berührung des atmosphärischen Sauerstoffs und atmosphärischen Wassers, mit allen kohlenstoffhaltigen Substanzen, die auf der Oberfläche des festen Erdkörpers verbreitet sind. Dass alle luftathmenden Thiere, deren Respirationsgeschäft man bisher untersuchte, bis auf den Grashüpfer herab, Kohlensäure erzeugen, ist bekannt. Ich habe die Larven des Johanniskäfers (*Lampyrus noctiluca*) Regenwürmer und Hornschrecken (*Lucanus cervus*) unter Glocken mit sehr reinem Sauerstoffgas gesetzt und nach wenigen Stunden Spuren von Kohlensäure darin gefunden. Alle Pflanzen hauchen bei Tage Kohlensäure mit Lebensluft, bei Nacht, oder in dunkeltem Schatten, Kohlensäure mit Stickgas gemengt aus. Die letztere entwickelt sich im Sonnenlichte in grosser Menge aus den buntgefärbten Flechten, den Blüthen der vollkommenen Gewächse und ihren kranken Theilen. Alternder Seetang (*Fucus nodosus*, *F. vericulosus*) giebt, wie ich an der Ostseeküste versuchte, Kohlensäure auch dann schon, wenn noch einzelne Zweige in vollem Wachstume sind.

Der Kohlensäuregehalt der Meeresluft, ist diesem Umstande hauptsächlich wie der Fäulniss zahlloser gallertartiger Gewürme und den alles mischenden Winden zuzuschreiben. Wo endlich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft feuchte kohlenstoffhaltige Substanzen berührt, da entstehet bei jeder, auch noch so niedrigen Temperatur über dem Gefrierpunkt, Kohlensäure. Diesen Prozess der langsamen Verbrennung, der durch die Gegenwart des Sonnenlichts beschleunigt wird, der aber auch ohne dieselbe vorgeht, kann man bei der Dammerde, dem graulichgelben Letten, der Rinde der Bäume, dem Thonschiefer, Glimmerschiefer, manchem Gneis, Syenit, Hornblendschiefer und Grünsteinporphyre und Stinksteine im Kleinen unter Glocken beobachten. Ich habe dieses für die allgemeine Naturökonomie wichtigen Umstandes bereits in mehreren meiner Schriften erwähnt. Hier füge ich nur hinzu, dass eine geringe Feuchtigkeit diese Kohlensäure-Bildung deshalb befördert, weil durch eine Wasserzer- setzung (welche die säuerungsfähigen Basen ver- anlassen) der Kohlenstoff oxidirt wird, und weil der Contract mit dem atmosphärischen Oxygene dieses oxide de Carbone nun leichter in gasförmige Koh- lensäure verwandelt. Die Herren Fourcroy und Vauquelin, in deren Laboratorien ich einige Mona- te gearbeitet und deren Umgang ich so viele Be- lehrung verdanke, haben mich versichert, ebenfalls viele Erfahrungen gesammelt zu haben, welche die mir in Deutschland so lange bestrittene Entstehung der Kohlensäure bei der niedrigsten Tempe- ratur beweisen.

Bei der Zersetzung der atmosphärischen Luft durch die Dammerde (humus) ist es ein wohlthätiger Umstand für die animalische Schöpfung, dass die Absorbtion des Oxygens der Menge der neugebildeten Kohlensäure nicht proportionel ist. Würde so viel der letztern gasförmig entbunden, als ein gepflügter Acker oder ein ganzes Land, (welches der geschmolzene Schnee im Frühlinge aufgelockert hat) dem Luftkreise Sauerstoff entzieht, so würden die unteren Luftschichten, in denen wir athmen, den nachtheiligsten Einfluss auf unsere Organe äussern. Zehn bis zwölf Kubikzoll Sauerstoffgas scheiden vor unsern Augen in wenigen Tagen einige Unzen Dammerde unter einer Glocke, aus der atmosphärischen Luft ab. Wie verderblich für uns, wenn alles dieses Oxygen in der neuerzeugten Kohlensäure wieder aufstiege! Glücklicher Weise aber finden wir die verschwundene Luftmasse kaum durch einige Kubiklinien Kohlensäure ersetzt und die übriggebliebene Stickluft hat nur um einige Hunderttheile dieser Säure zugenommen.

Ueber die Menge der Kohlensäure, welche in der Athmosphäre gewöhnlich enthalten ist, sind die Physiker sehr uneinig, weil keiner derselben anhaltend Versuche darüber in genau getheilten Gefässen angestellt hat. In den ältern physikalischen Schriften nahm man diese Menge*) auf 0,06, also sehr gross an. Herr Girtanner schätzt sie auf 0,01.

*) Vergl. selbst Gehlers Phys. Wörterbuch, B. 2. S. 396.

Vauquelin und Chaptal gestehen bescheiden, dass es an sicheren Erfahrungen über diese Bestimmung fehlt. Felice Fontana läugnet die Anwesenheit der Kohlensäure in dem Luftkreise ganz und gerieth darüber in einen lebhaften Streit mit dem Cavaliere Landriani.

Nach meinen bisherigen zahlreichen Versuchen mit dem Kohlensäuremesser, ist die Mittelzahl für den Kohlensäuregehalt der Luft in der gemässigten Zone nahe an 0,015. Das Maximum, welches ich gefunden, ist 0,018. Diese grosse Menge von Kohlensäure enthielt die Athmosphäre am 21sten August 1797 an einem heitern Tage bei 73 Seausurschen Hygrometer-Graden und einer Temperatur von 18, 5°. Reaum. Die Luft war auf freiem Felde zwischen Laxenburg und Schönbrunn gesammelt. Das Minimum der Kohlensäure 0,005 fand ich an demselben Orte am 3ten Sept. während eines Strichregens bei 17°. R. und ganz umwölkttem Himmel. Ohnerachtet in Paris im Monat Julius der Kohlensäuregehalt des Dunstkreises bei grosser Dürre und Undurchsichtigkeit der Luft, mehrere Wochen lang ungewöhnlich gering war, so sah ich ihn doch nur unter die Gränze von 0,005 herabsinken.

Herr de Saussure*) fand noch 2480 Toisen hoch über dem Meere auf dem Gipfel des Mont-

*) *Vogages dans les Alpes* T. 4. S. 2010. p. 200.
(grande Edition.)

blanc Kohlensäure in der Athmosphäre. Er hatte leider kein Werkzeug, um die Menge mit der welche gleichzeitig in der Ebene bei Genf existirte zu vergleichen. Aber er beobachtete, dass die Kalkrinde, welche sich auf dem Kalkwasser bildete in der Höhe viel dünner, als am Meeresufer war. „Diese Kohlensäure, sagt er, kann nicht in jenen Einöden gebildet werden, die nackten Felsen erzeugen sie nicht. Dort ist weder Verbrennung, noch Fäulniss.“ Allerdings ist es nach Herrn Lampadius und meinen Versuchen wahrscheinlich, dass selbst in dieser feuchten Wolkenregion auf der Oberfläche der Felsen eine leise Verbrennung vorgeht. Der höchste Gipfel des Montblanc enthält einen feinkörnigen Granit, an dessen Verwitterung kohlenstoffhaltige Flechten (*Lichen sulphureus* und *L. rupestris* Hofm.) arbeiten. Tiefer herab kamen nicht unbeträchtliche Massen von Chloriterde und Hornblende vor. Wo diese Felsen den Sauerstoff des Luftkreises berühren, muss sich Kohlensäure bilden. Den grössern Antheil aber an der Existenz dieser Flüssigkeit in den hohen Schichten der Athmosphäre muss man den Winden zuschreiben. In der Luft, welche die Herren Garnerin und Beauvais auf ihrer Luftreise, in einer Höhe von 650 Toisen für mich sammelten, war genau so viel Kohlensäure, als an demselben Tage zu Paris. Dies ist der erste Versuch, welcher über eine von der Nähe der Erde nicht influencirten Luft angestellt ward. Hätte man seit 1783 in einer Stadt, wo so viele vortrefliche Chemiker wohnen, bei jedem aerostatischen Versuche Luft sammeln lassen, so hätten wir jetzt schon eine Tabelle von einigen hundert Analysen

der höhern Luftschichten vor uns; eine Tabelle, welche (da einige Aerostaten, z. B. der des Herrn Guyton zu Dijon sich auf 2000 Toisen erhob) das hellste Licht über die wichtigsten Probleme der Meteorologie verbreiten müsste!

Nach unsern bisherigen Erfahrungen müssen wir die Kohlensäure nicht als einen zufälligen, sondern allgemein verbreiteten Bestandtheil der atmosphärischen Luft betrachten. Ein Kubikzoll Sauerstoffgas wiegt 0,47, ein Kubikzoll Stickgas 0,46, ein Kubikzoll kohlen-saures Gas 0,67 Gran. Ob Flüssigkeiten von so verschiedener specifischen Schwere sich durch blosse Adhäsion, oder durch gegenseitige chemische Affinitäten verbunden erhalten, ist ein Problem, welches ich nicht zu entscheiden wage. In meiner Abhandlung *) über das Salpetergas habe ich direkte Versuche angegeben, welche den Unterschied der atmosphärischen Luft von einem künstlichen Gemenge von 0,27 Oxygen und 0,73 Azote zeigen. Fünf und zwanzig Theile Kohlensäure unter 75 Theile Lebensluft gemengt, verändern die Natur der letztern so, dass sie die Lichter verlöscht, weil das Oxygen eine Art von Verbindung mit der Kohlensäure eingeht und aus diesem Zustande eines *acide carbonique oxygené* nur durch die Ziehkraft des Phosphors abgeschieden werden kann. Diese Erfahrungen und viele ähnliche Erscheinungen, welche die unterirdische Meteorologie darbietet, machen es wahrscheinlich, dass

*) Siehe Abhandl. I. dieser Sammlung.

die Kohlensäure, das Sauerstoffgas und Stickgas im Luftkreise mehr gemischt, als gemengt sind. Vielleicht ist das Stickgas noch nicht einmal die leichteste Flüssigkeit in diesem heterogenen Gemische. An einem andern Orte habe ich gezeigt, dass es durch Versuche noch gar nicht entschieden, sondern wohl wahrscheinlich ist, ob nicht (wie allerdings wahrscheinlich) alles athmosphärische Stickgas etwas Wasserstoffgas enthält? In Gegenständen von so grosser Wichtigkeit (denn was ist uns näher, als das Medium in dem wir leben?) muss man sich hüten, den Untersuchungsgeist dadurch niederzuschlagen, dass man die allzufrüh gezogenen Resultate für apodiktisch gewiss hält.

Bei meinem Aufenthalte zu Steben am Fichtelgebirge, habe ich in den Jahren 1794 und 1795 Versuche über die Beschaffenheit der Luftschichten angestellt, welche der Oberfläche der Erde am nächsten sind. Ich stellte flache Gefässe mit Kalkwasser auf eine Wiese, einige auf das Gras selbst, andere in 10 Zoll, noch andere in 5 Fuss Höhe. Zu jeder Tageszeit fand ich den Niederschlag des kohlengesäuerten Kalks stärker in dem niedrigsten Gefässe als in dem höher stehenden. Dieser Umstand scheint theils dem Herabsinken der Kohlensäure aus dem Luftkreise, theils und vorzüglich aber der Nähe der Dammerde zuzuschreiben zu seyn, welche unablässig Zersetzungen in den, ihr nahen Luftschichten hervorbringt.

In der chemischen Affinität, durch welche die Kohlensäure an das athmosphärische Sauerstoffgas

gebunden ist, liegt unstreitig die Ursache, warum Regen, Nebel, Thau und Wasserdämpfe dieselbe nie dem Luftkreise ganz entziehen können. In der Mitte des Septembers 1798, wo es viele Tage lang zu Paris fast ununterbrochene Plazregen gab, und wo der Sauerstoffgehalt bis 0,254 herab sank, fand ich noch immer 0,013 bis 0,015 Kohlensäure. Eben dieses Regenwasser trübte das Kalkwasser keinesweges. Es zeigte, sorgfältig untersucht, keine Spur von Kohlensäure. Herr Ingenhouss hat eben diese Erscheinungen beim Gewitterregen bemerkt.

Der Graf Morozzo und Herr Senebier*) behaupten indess, neben der salzsauren Kalkerde eine beträchtliche Menge von Kohlensäure im Nebel- und Thauwasser gefunden zu haben. Den Versuchen über den Thau kann man entgegensetzen, dass er durch linnene Tücher von dem Grase einer Wiese abgewischt wurde und daher dort (wenige Linien über der Erde und im Contact mit den respirirenden Pflanzen) eine Kohlensäure einsog, die er in grosser Höhe noch nicht so reichlich enthielt. Auch dürfte man vom Thau nicht auf das Regenwasser schliessen, da ersterer von der kohlenstoffhaltigen Erdoberfläche aufsteigt, letzteres aber grösstentheils in der höheren Luftregion aus Gasarten zusammengerinnt. Ob das atmosphärische Wasser den Gewächsen viel Kohlensäure zu-

*) Physiologie vegetale (de l'Encyclop. methodique) 1791. p. 32 und 249.

führt, ist weniger entschieden, als man gemeinhin glaubt und nach den neuesten Versuchen des jüngeren Seaussure *) scheint zu folgen, dass die Pflanzen dieser Zuführung selbst weniger bedürfen, da sie die Eigenschaft haben, nicht nur Tages und Nachts Kohlensäure auszuathmen, sondern auch die, welche dem Dunstkreise beigemischt ist, demselben zu entziehen.

Am lehrreichsten musste es seyn, den Gang des Hygrometers mit dem des Anthrakometers anhaltend zu vergleichen. Fortgesetzte Beobachtungen haben mich bisher gelehrt, dass zwar im Ganzen im Sommer etwas mehr Kohlensäure, als im Winter vorhanden ist, dass dieser Unterschied aber keinesweges in den hygrometrischen Verhältnissen des Luftkreises gegründet ist. Trockene Winter- oder Sommerluft ist oft ärmer an Kohlensäure, als feuchte. Die Ursach dieser Armuth liegt weder in der elektrischen Ladung, noch in der Temperatur oder Elasticität des Dunstkreises allein, sondern in dem Zusammenwirken mehrer uns zum Theil noch unbekannter Kräfte. Die Affinitäten, welche den Mischungszustand der Athmosphäre bestimmen, verändern sich wahrscheinlich so, dass die Luftschichten die Kohlensäure bald leichter auflösen, bald leichter fahren lassen. Eine geringe Menge Wasser kann den Dunstkreis mehr reinigen, als eine grössere, wenn die erstere zu einer Zeit wirkt, wo das athmosphärische Luftgemische die Kohlen-

*) Journal de Physique an 6 Tom. III. p. 191.

säure weniger fest zurückhält. Die Pflanzen mögen in zwei Nächten immerhin gleichviel dieser gasförmigen Säure aushauchen, so wird die Quantität, welche im Dunstkreise zurückbleibt, dennoch verschieden seyn, je nachdem in einer Nacht die Luft eine Neigung hat, viel davon aufzulösen, in einer andern aber (wo diese Ziehkräfte weniger wirken) der Thau oder eigene Schwere die Kohlensäure zur Erde herabführt. Das Anthrakometer zeigt daher mit der Menge der vorhandenen Kohlensäure zugleich die Fähigkeit an, welche die Hauptbestandtheile der Athmosphäre (das Sauerstoff und Stickgas) haben Kohlensäure aufzunehmen, zu erhalten und fahren zu lassen. Folgende Versuche, welche ich zu Wien, Salzburg und Paris angestellt und bei denen das Seaussursche Hygrometer, das Voltaische Elektrometer und des Reaumur'sche Thermometer zugleich beobachtet wurden, können zur Bestätigung des Vorhergesagten dienen. Bei Bestimmung der Kohlensäure sind fast immer zwei Instrumente zugleich gebraucht und aus beiden Angaben Mittelzahlen gezogen worden. Ich hätte aus meinem Tagebuche mehrere dieser Versuche anschreiben können, wenn nicht alle bewiesen, dass wir die nächsten Ursachen des zunehmenden oder abnehmenden Kohlensäuregehaltes noch nicht zu bestimmen, im Stande sind. Wo das Zusammenwirken vieler Kräfte den Affinitätszustand gasförmiger Gemenge determinirt, fanden wir uns bald am Ziele der Untersuchung, da wo Vermuthungen die Stelle der Erfahrungen vertreten.

Ort und Zeit	Kohlensäuregehalt	Sauerstoffgehalt	Higrometer	Thermometer	Elektrometer	Barometer	Beschaffenheit des Himmels
Wien 22 Aug.	0,007	0,281	79	18, 2	—	27 Z 8,9 L	Blauer Himmel Sonnenschein.
— 26 Aug.	0,014	0,264	77	17, 5	+ $\frac{1}{2}$ Lin.	27 - 10 -	Gewölk. Anschein zum Regen.
— 27 Aug.	0,016	0,266	90	19	+ $\frac{1}{8}$ Lin.	27 - 9,3 -	Trübe undurchsichtig.
— 28 Aug.	0,008	0,273	74	18, 2	—	27 - 9,3 -	Blau, durchsichtig.
— 29 Aug.	0,015	—	76	16, 6	—	27 - 9,1 -	Blau sehr durchsichtig.
— 31 Aug.	0,014	0,276	79	24, 1	+ 0	27 - 8,4 -	Blau undurchsichtig.
— 1 Sept.	0,017	0,276	78	20	+ $\frac{1}{2}$ Lin.	27 - 7,5 -	Gewölk.
— 2 Sept.	0,008	0,266	85	19	—	27 - 7,2 -	Strichregen.
— 3 Sept.	0,005	0,264	87	17	— 1 Lin.	27 - 6,4 -	Regen.
— 4 Sept.	0,006	—	87	14	—	27 - 7,2 -	Regen.
— 5 Sept.	0,007	—	82	16	—	27 - 8,6 -	Blau, heiter.
— 6 Sept.	0,010	0,276	79	15	—	27 - 8,6 -	Blau, sehr durchsichtig
Salzburg 22 Nov.	0,009	0,272	98	— 0, 2	+ 1 Lin.	26 - 4,5 -	Sonnenschein, blau.
— 23 Nov.	0,006	0,253	78	+ 3	+ 2,8 Lin.	26 - 6,8 -	Trübe Schneegewölk.
— 24 Nov.	0,009	0,259	78	+ 8	+ $\frac{1}{2}$ Lin.	26 - 10,7 -	Trübe aber sehr durchsichtig
— 21 Dec.	0,016	0,268	56	+ 2	+ 2,5 Lin.	27 - 1 -	Blau, Sonnenschein.

Für die Pariser Beobachtungen schreibe ich der Kürze wegen bloss den Gang des Hygrometers und Anthrometers neben einander. Das erstere ist durch das Thermometer corrigirt und auf die Temperatur von 10° . R. gebracht. Bei dem Anthrokometer versteht sich die doppelte Verbesserung wegen Elasticität und Temperatur von selbst.

Anthrako- meter	Hygrome- ter	Anthrako- meter	Hygrome- ter
0,015	89	0,012	74
0,009	80	0,016	75
0,007	76	0,007	74
0,005	72	0,009	84
0,012	69	0,015	95
0,012	67	0,010	70
0,016	92	0,010	69
0,017	93	0,012	72
0,012	74	0,008	74
0,007	74	0,013	76
0,008	76	0,014	82
0,014	72	0,005	86
0,010	86	0,007	71
0,014	85	0,013	73
0,013	73	0,012	76

In Salzburg geschahen die Beobachtungen in einem freien Garten vor der Stadt. In Wien und Paris wurde die zu prüfende Luft auf der Esplanade, im Prater, in dem Champs elysés, oder auf irgend einem weiten Platze gesammelt. Um mich zu überzeugen, dass an solchen Orten nicht Straßenluft weht, holte ich einige Male Luft von freiem Felde und verglich sie mit jener. Durch diese Vorsicht, die überall anzuwenden ist, kann man dahin gelangen, auch in den Städten meteorologische Arbeiten fortzusetzen. Der Zeitverlust wäre zu beträchtlich, wenn man jeden Tag mit einer Luftflasche vor das Thor laufen sollte.

Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt des Luftkreises können einst für die Theorie der Strahlenbrechung sehr wichtig werden, eine Theorie, die erst dann auf sicheren Basen gegründet seyn wird, wenn der Physiker sich mit dem Astronomen verbindet und wenn neben dem Thermometer und Barometer auch Hygrometer, Elektrometer, Eudiometer, Anthrakometer, Cyanometer und Diaphanometer beobachtet werden. Die Herren Dolomieu, Landriani und Volta haben gefunden, dass die Menge der atmosphärischen Kohlensäure mit dem Sirocco*) beträchtlich zunimmt. Bei eben diesem Winde sieht man aber (laut Herrn Piazzì) zu Palermo die Gestirne mit Höfen umgeben und hin und her schwanken. Die Strahlen-

*) Herr von Zach in Bodens Sammlung Astron. Abhandl. Dritter Supplementband 1797. S. 202.

brechung, welche sonst in den südlichen Ländern geringer (in Italien und Spanien bei gleichem Barometer- und Thermometerstande geringer*), als in Paris ist, wird beim Sirocco sehr beträchtlich. Dieser Umstand verdient gewiss viel Aufmerksamkeit. Auch in Frankreich schien mir im Ganzen der Kohlensäuregehalt des Luftkreises beim Südwinde grösser, als beim Nordwinde zu sein.

Wenn Instrumente, welche die Bestandtheile einer Mischung bis auf $\frac{1}{400}$ oder 0,003 angeben, für optische Versuche wichtig sind, so verdienen sie gewiss nicht minder Aufmerksamkeit in physiologischer Hinsicht. Auf den ersten Anblick scheint es freilich gleichgültig, ob Dreitausendtheile Kohlensäure mehr, oder minder in dem Luftkreise enthalten sind. Aber nur auf den ersten Anblick! Ein-Tausendtheil mehr macht in dem ungemessenen Luftraume, in so vielen Tausend Kubikmeilen Luft, eine beträchtliche Masse — und diese Masse dient den Gewächsen zur Nahrung**); sie kehrt, den Thie-

*) La Lande Connaissances des tems 1793. p. 279. Herr Borda, der sich noch jetzt mit Refractionsversuchen beschäftigt und lange auf Teneriffa und den Antillen beobachtete, hat mir diese Behauptung bestätigt.

**) Und zwar zu einer so nothwendigen Nahrung, dass Pflanzen, denen die Kohlensäure, welche sie bei Tage ausathmen, durch Kalkwasser entzogen wird und welche sich daher in einer, von Kohlensäure ganz befreiten Atmosphäre befinden, schnell verdorren. Die Vegetabilien befinden sich am besten in einem Luftgemenge, dem 0,08 oder 0,12, allenfalls selbst 0,25, (aber nicht mehr) Kohlensäure beigemengt ist. Nur in

ren angeeignet, nach den Gesetzen des ewigen Kreislaufs in die Athmosphäre zurück! Wie empfindlich unsere Organe für den Kohlensäuregehalt des Dunstkreises sind, und wie schwer zersetzbar d. h. unathembar die Kohlensäure das athmosphärische Gemische von Sauerstoff und Stickgas macht, habe ich bereits an einem andern Orte, in dem zweiten Bande meines physiologischen Werks über die gereizte Muskelfaser zu entwickeln gesucht.

diesem Medium wird es bemerkbar, dass sie den Sauerstoffgehalt des Luftkreises vermehren. Saussure fils Mem: sur la question: La formation de l'acide carbonique est elle essentielle à la Vegetation? Journal de Phys. a, a. O.

VI.

Ueber

die Verbindung

der

Erden mit Sauerstoff

oder:

über die Absorbtion des Sauerstoffs

durch

die einfachen Erden

und

dessen Einfluss

auf die Kultur des Bodens.

Es giebt grosse Erscheinungen, welche sich schon auf den ersten Blick als wichtig ankündigen, unser ganzes Interesse auf sich ziehen, und dennoch in der Masse unsrer physikalischen Kenntnisse isolirt bleiben. Von dieser Art sind mehrere Entdeckungen über die Elektrizität, den Magnetismus und das galvanische Fluidum. Von dieser Art ist besonders eine grosse Anzahl derjenigen, welche die che-

mische Analyse der Mineralien uns darbietet. Andere Erscheinungen sind an sich weniger auffallend und entziehen sich unsern Blicken länger; aber sie flößen uns ein Interesse ein, weil sie sich an eine Reihe wichtiger Thatsachen anschliessen. Zu dieser letztern Klasse gehören die Versuche, welche den Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen. Sie scheinen einfach und geringfügig; aber sie werden (wie ich mir schmeichle) einiges Licht über eine der wichtigsten Aufgaben des Ackerbaues und der chemischen Pflanzenphysiologie verbreiten. Von allen Ideen, welche die Betrachtung der Natur in dem Menschen veranlasst, sind keine seiner Beschäftigung würdiger, als die sich auf die Kultur des Bodens beziehen. Das chemische System, welches man den Arbeiten der französischen Gelehrten verdankt, fängt nach und nach die Geheimnisse der Pflanzenökonomie zu enthüllen an. Wir kennen einige wichtige Erscheinungen, womit das Keimen der Vegetabilien begleitet ist; wir wissen einige Mittel, welche dasselbe beschleunigen, und andere, die es verzögern; wir errathen die vornehmsten Ursachen, von welchen die Zustände der Ernährung, der Absonderung und der luftförmigen Einhauchung, des Athmenholens der Pflanzen abhängen. Allein, bei allem Glanze der Entdeckungen unserer Zeitgenossen darf man sich dennoch nicht verheimlichen, dass die grossen Aufgaben des Ackerbaues noch immer in, dem Scheine nach, undurchdringlichem Dunkel bleiben. Wie wenig kennen wir die Natur des thierischen Düngers, und vorzüglich den auffallenden Einfluss des Kalks und Gypses auf die Vegetation? Der Landmann be-

gnügt sich nicht, damit, das Saamenkorn dem Boden anzuvertrauen, er will auch die Fruchtbarkeit desselben vermehren; er will ihm wiedergeben, was ihm die Wurzeln der angebaueten Pflanzen entzogen haben. Zu dürftig, um sein Feld zu düngen, muss er sich oft dem wohlthätigen Einfluss der Athmosphäre überlassen. Die Erde, von der Pflugschaar gefurcht, bleibt mit der Luft in Berührung. Wie wirkt nun diese geackerte Erde auf die niedrigeren Luftschichten? Diese Frage glaube ich durch die folgenden Versuche beantworten zu können.

Herr Saussure, der Sohn, hat gefunden, wenn man Ackererde (humus) mit Luft in Berührung bringt, dass sich Luftsäure unter der Temperatur von 12 oder 13° der hunderttheiligen Skala bildet. H. Ingenhouss hat bemerkt, dass diese Luftbildung mit einer beträchtlichen Absorbtion von Sauerstoff begleitet ist. Während er meine Versuche über das Keimen der Pflanzen in oxygenirter Salzsäure wiederholte, sah er die Vegetation des mit dieser befruchtenden Säure geschwängerten Roggens beschleuniget werden; diese Beobachtungen brachten den sinnreichen Physiker auf den Gedanken, die Oxidation des Bodens, als eine der vornehmsten Ursachen seiner Fruchtbarkeit anzusehn. Diese auf wenige Thatsachen gegründete Meinung verdiente ohne Zweifel eine nähere Untersuchung; denn nur durch Versuche darf man hoffen, die Physiologie der Pflanzen zu vervollkommen und sie den Aufgaben des Ackerbaues näher zu bringen. Ich habe diese Arbeit im Februar des vorigen Jahrs

unternommen; ich habe gefunden, dass nicht nur die Pflanzen- oder Ackererde, sondern auch die Thonerde, welche man in einer grossen Tiefe in dem Innern der Erdkugel findet, und was auffallender ist, dass sogar die einfachen Erden, als chemische Elemente betrachtet, das Vermögen besitzen, den Sauerstoff zu absorbiren und völlig reines Azote zu bilden. Bei der Darstellung dieser Thatsachen, werden wir zugleich die Einwirkung der mit organischen Theilchen gemischten Erdarten auf die Luft, welche dieselben umgiebt, und die Bildung der Oxide, welche in der Pflanzenernährung eine so wichtige Rolle spielen, untersuchen.

Als ich vorigen Winter in einem an Steinsalzlagen reichen Lande wohnte, sahe ich mit Erstaunen, wie sich abscheuliche Moffetten in den zur Gewinnung dieses Minerals dienenden Gängen bildeten. Die ungeheuren Gruben, welche man aushöhlt, um sie mit süssen, zu einer Schwängerung mit 24 oder 25 pro Cent salzsaurer Soda bestimmtem Wasser zu füllen, liefern ein Gemische aus Azote und Kohlensäure, sobald die Salzwasser abgeflossen sind, und der Felsen zwei oder drei Wochen hindurch mit der Luft in Berührung bleibt. Selbst die feuchtesten Stellen sind oft von einer Luft angesteckt, welche die Lichter verlöscht und das Athmenholen verhindert. Diese in meinem Werk über die unterirdische Meteorologie auseinandergesetzten Erscheinungen sind in den Carpatischen Gebirgen, in den Steinsalzgruben von Oberösterreich, der Steyermark, Berchtoldsgaden, Salzburg und den Tyroler Alpen - Gegenden, welche

ich alle mehrmals besucht habe, untersucht worden. Diese Moffette kann nur der Natur des Felsens selbst zugeschrieben werden; denn sie findet sich am häufigsten in den Oertern, wo das Dach nicht von Zimmerwerk unterstützt wird, und die Bergleute nicht arbeiten. Ich bemerkte, als ich oft die nemlichen Gänge untersuchte, dass die Luft da reiner war, wo sich ganze Massen Steinsalz finden, und dass sie im Gegentheil am Azotehaltigsten schien, wo man einen Ueberfluss von der grauen Thonerde (Salzthon, Leberstein) sieht, welche viel salzsauren Kalk enthält und unter den Bergleuten, als der getreue Begleiter des Steinsalzes bekannt ist. Die Gruben zu Wilitzca in Gallizien enthalten ungleich mehr reines Salz in Masse, als die Gruben zu Hall im Tyrol, oder zu Ischel in Oesterreich; auch geniessen die ersteren eine gesündere und an Sauerstoff reichere Luft.

Ich habe mich durch direkte Versuche überzeugt, dass es der Thonfels ist, welcher (bei einer sehr niedrigen Temperatur) die durch die Brunnen, oder Abflussgänge eingedrungene atmosphärische Luft zersetzt. Ich legte Stücke von diesem feuchten Thon unter, mit atmosphärischer Luft gefüllte Glocken, deren Gehalt und Volumen ich durch eine genaue Analyse kannte. Die Temperatur des Zimmers sank nicht unter 12° , ohne über 17° des hunderttheiligen Thermometers zu steigen. Es war ohngefähr die in dem Innern der Erde gewöhnliche Temperatur. In Zeit von 3 Tagen sah ich die Luft in der Glocke um 0,04 bis 0,06 Sauerstoff abnehmen. Nach acht Tagen waren kaum 0,10 da;

nach 12 Tagen blieben nur 7 übrig. Die nemliche athmosphärische Luft, während der nemlichen Zeit mit athmosphärischer Luft in Berührung gebracht, hatte 0,27 Sauerstoffgehalt, d. h. sie hatte kaum um 0,01 abgenommen. Hier gieng also unter meinen Augen die nemliche Zersetzung der Luft vor, welche in den Eingeweiden der Erde, den Bergleuten oft unüberwindliche Schwierigkeiten entgegengesetzt.

Die graue Thonerde, vornehmlich die schwärzliche, der Thonschiefer, der Hornblendschiefer, der Sianit, der Wernersche Lydit — und der grösste Theil der schwarzgefärbten Mineralien enthalten Kohlenstoff, wie ich in einer andern Abhandlung gezeigt habe. Sie dunsten Kohlensäure aus, wenn man sie mit dem Sauerstoff aus der Athmosphäre in Berührung bringt. Das Licht beschleunigt diese Mischung und bleicht sie auf der Oberfläche, indem es ihnen den Kohlenstoff entzieht. Eben dieses Element giebt ihnen sogar das bewundernswürdigste Vermögen, galvanische Zusammenziehungen zu erregen. Alle diese Betrachtungen brachten mich auf den Gedanken, dass, wenn eine Kohl-Thonerde (*carbure d'argille*) unter meinen Glocken wirkte, das Oxigene durch eine reichliche Bildung von Kohlensäure ersetzt werden müsste. Ich wiederholte die nemlichen Versuche und analysirte die Rückstände noch sorgfältiger. Ich sah in 18 Tagen das Volumen von 300 Theilen athmosphärischer Luft um 54 Theile abnehmen. Die 246 Theile des Rückstands, in dem Kohlensäuremesser mit der Ammoniakauflösung geprüft, enthielten ohngefähr 0,07 Kohlen-

säure und 0,03 Sauerstoff. Eine genaue Arbeit gab folgende Resultate:

3000 Theile atmosphärischer Luft bestanden aus

852 Sauerstoff
2103 Stickstoff
45 Kohlensäure
3000.

Die 2460 Theile, auf welche das Volumen in 18 Tagen gebracht wurde, bestanden aus

81 Sauerstoff
2207 Stickstoff (mit Wasserstoff gemischt)
172 Kohlensäure
2460.

In diesem Produkt waren nur $172 - 45 = 127$ Theile Kohlensäure, zu deren Bildung, nach den Grundsätzen des berühmten Lavoisier, 35,5 Sauerstoff erforderlich waren. Nun enthielt der Rückstand nur 81 Sauerstoff; also sind 735 Theile absorbiert worden; d. h. (wenn man alles auf 100 Theile zurückbringt) von $\frac{28}{100}$ Sauerstoffgas haben $\frac{24}{100}$ ihren luftförmigen Zustand verloren und sich mit der Thonerde chemisch verbunden. Von dem Azote finden wir 10 Theile mehr in dem Rückstand, als die atmosphärische Luft vor der Absorption anzeigte. Indessen darf uns diese Vermehrung des Volumens um 0,04 bei Versuchen dieser Art nicht wunderbar vorkommen. Der Wasserstoff kann sich mit dem Azote gemischt haben, (eine Mischung,

welche wir unglücklicherweise nicht zersetzen können); der Thonerde kann, ohngeachtet aller angewandten Sorgfalt, nicht alle in ihren Zwischenräumen befindliche Luft entzogen worden seyn; ja es kann irgend ein unbekannter Zufall die Elasticität eines Gas, das, wie die Arbeiten der Herren Prony, Guyton und Prieur lehren, so ausserordentlich in den Gesetzen seiner Ausdehnung ist, angezogen haben.

Ich will in tabellarischer Form andre mit eben dieser Thonerde aus den Steinsalzgruben angestellte Versuche darstellen. Die Zahlen sind durch die Barometerabweichung berichtigt und auf die Temperatur von 12° . des hunderttheiligen Thermometers reducirt worden. Das Maximum des Irrthums in der Analyse der Luft kann auf $1\frac{1}{2}$ Grad des Fontanaschen Eudiometers, oder auf $\frac{1}{2}$ Hunderttheil Sauerstoff geschätzt werden, da die Rechnung sich auf die vereinigten Mittel des Salpetergas, des schwefelsauren Eisens und der oxigenirten Salzsäure gründet.

V o l u m e n der athmosph. Luft zu o, 27 Sauerstoff, mit Thonerde in Berührung ge- bracht	Rückstand nach 15 bis 23 Tagen Berechnung	Der Rückstand enthielt	
		Sauerstoff	Kohlensäure
250	212	o. 10	o. 04
460	418	o. 18	o. 02
300	260	o. 07	o. 08
520	492	o. 20	o. 04
500	446	o. 11	o. 07

Alle diese Versuche beweisen uns: 1°. dass die Luft mit Thonerde in Berührung gebracht, an Volumen und an Sauerstoffgehalt beträchtlich abnimmt; 2°. dass eine sehr geringe Quantität dieses Sauerstoffs in Kohlensäure verwandelt wird; 3°. dass der grösste Theil desselben seinen luftförmigen Zustand verliert, indem er sich mit der Thonerde verbindet; und 4°. dass das Azote aus der Athmosphäre während der Absorbtion des Sauerstoffs keine merkliche Aenderung erleidet.

Eine so auffallende Erscheinung, wie die Absorbtion des Sauerstoffs durch die Thonerde, musste mich auf ähnliche Versuche mit Acker- oder vegetabilischer Erde bringen. Ich sammelte nicht nur unsre gewöhnliche Gartenerde, von welcher man glauben könnte, dass sie zum Aufbrausen geneigt sey, sondern auch Erde von einem frischgeackerten und seit mehrern Jahren nicht ge-

gedüngten Felde. Diese beiden Arten von Boden-
erde gaben beinahe die nemlichen Resultate, so-
wohl wenn ich eine hermetisch verschlossene Fla-
sche bis zur Hälfte damit füllte, als wenn ich die-
selben unter, in Quecksilber oder Wasser getauch-
te Glocken mit der atmosphärischen Luft in Be-
rührung brachte. In dem letztern Fall brauchte
ich die Sorgfalt das Stück Erde auf eine kleine Un-
terlage, welche über der Oberfläche des Wassers
hervorragt, zu setzen. Die in Berührung mit der
Erde gebrachte Luft nahm täglich an Volumen
und Sauerstoffgehalt ab. Nach Verlauf von 10 bis
12 Tagen fand ich einen Rückstand, welcher gröss-
tentheils nur 0.3 0.3 oder 0.04. Sauerstoff und
0.02 bis 0.07 Kohlensäure enthielt. Die schwärzesten,
wohlriechendsten Erden zersetzten die Luft am
schnellsten. Ich kann Versuche anführen, wo die
Erde so $\frac{1}{100}$ Sauerstoff während 5 Tage absorbirte.
Alle geprüften Luftarten enthielten zwischen 0.27
und 0.28 Lebensluft

Tage, wäh- rend welcher die Berüh- rung dauerte	In dem Rückstand von 5 Glocken enthaltenes Oxiq.				
2	o. 20	o. 24	o. 19	o. 20	o. 26
3	o. 16	o. 20	o. 15	o. 20	o. 20
4	o. 16	o. 15	o. 14	o. 15	o. 17
5	o. 10	o. 12	o. 11	o. 15	o. 16
8	o. 08	o. 10	o. 11	o. 11	o. 12
11	o. 08	o. 10	o. 11	o. 08	o. 09
14	o. 05	o. 06	o. 04	o. 08	o. 09

Es ist bekannt, dass jedes Azote, es sey durch die Verbrennung des Phosphors, oder durch Schwefel-Pflanzenalkali bereitet, zwischen 4 bis 6 Hunderttheilen Sauerstoff enthält; selbst das Azote, welches man durch Salpetersäure aus thierischen Materialien entwickelt, ist selten so rein, als man es glaubt. Wenn man es durch Salpetergas prüft, so erkennt man darinn oft bis o. 03 Lebensluft. Die Bodenerde liefert uns ein neues Mittel um eine grosse Quantität von dem reinsten Azote zu bereiten. Am 10 Fruktider brachte ich 350 Cubikcentimeter atmosphärische Luft in Berührung mit vegetabilischer Erde. Am 25sten desselben Monats fand ich nur einen Rückstand von 278 Cubikcentimetern, welche in der Fontanaischen Röhre nur 7 Grade Abnahme zeigten; dieses beweiset nach der in meiner Abhandlung über das Salpetergas angegebenen Formel, dass das erhaltene Azote kaum 2 Hunderttheile Sauerstoff enthielt. Ich brachte 140 Centimeter von

diesem Rückstand von neuem in Berührung mit Bodenerde, und am 30sten Fruktidor fand ich ihn in ganz reines Azote verwandelt, in welchem der Phosphor durchaus keinen Schein von sich gab.

Wenn unter den Methoden, Sauerstoff zu erhalten, das den Sonnenstrahlen Aussetzen der Pflanzenblätter unter Wasser eine Erwähnung verdient hat, so sollte in unsern chemischen Handbüchern die Bereitung des Azote durch in Berührung mit Luft gebrachte Acker- oder Thonerde mit gleichem Rechte einen Platz finden.

Die verschiedenen bisher angewendeten Substanzen können nicht, als einfach betrachtet werden. Die Ackererde ist ein Gemische aus Erde, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Eisen- und Braunsteinkalk. Es müsste nun untersucht werden, ob die Eigenschaft, den Sauerstoff zu absorbiren zum Theil den einfachen Erden gehöre, oder ob sie von den säurefähigen Basen, mit welchen diese Erden verbunden sind, herkomme. Sorgfältige, zu diesem Behuf angestellte Versuche haben auffallende Resultate, welche man nach der Analogie der bekannten Erscheinungen nicht erwarten sollte, geliefert. Der berühmte Lavoisier war geneigt, die Erden als so stark oxidirte Metallkalke anzusehen, dass keine säurefähige Basis ihnen den Sauerstoff rauben könnte. Diese Voraussetzung sollte uns gewiss nicht auf den Gedanken bringen, den Erden das Vermögen, die atmosphärische Luft zu zersetzen, zuzuschreiben. Auch hat uns bisher keine chemische Erscheinung diese seltsame Eigenschaft an-

gezeigt. Ich brachte am 28sten Fruktdor mit destillirtem Wasser gelind befeuchtete Alaun- und Schwererde in Berührung mit Luft zu 0.27 Sauerstoff. Um mich zu überzeugen, dass die Luft durch die Feuchtigkeit keine Aenderung erlitten hatte, machte ich zu gleicher Zeit vergleichende Versuche mit reinem Wasser. Der Apparat blieb beständig auf 12 - 14°. des hunderttheiligen Thermometers. Am 4ten Vendemiaire fand sich die atmosphärische Luft, welche mit dem reinen Wasser in Berührung war, nicht um ein halbes Hunderttheil verändert; die, welche die Erde berührte, war so reines Azote als ich je bereitet habe. Als ich es in Gegenwart der Herren Fourcroy und Vauquelin mit Salpetergas prüfte, nahm es nicht um ein Hunderttheil ab. Die Luft, welche der Einwirkung der Schwererde ausgesetzt war, enthielt nur 0.08 Oxigene. Wenn diese Berührung länger gedauert hätte, oder weniger Luft unter der Glocke gewesen wäre, so würde wahrscheinlich das Azote ganz rein gewesen seyn. Diese auffallenden Erscheinungen ermunterten mich, Versuche mit andern Erden anzustellen. Diejenigen, welche ich seit einigen Wochen in meiner Wohnung und in den Laboratorien der école des mines und des Herrn Fourcroy angestellt habe, liefern folgende Resultate:

1°. Die Alaunerde und die trockne Kalkerde verändern die Reinheit der atmosphärischen Luft durchaus nicht. Einige Ausnahmen, welche wir bemerkten, müssen ohne Zweifel einem Minimum von Feuchtigkeit, welches man dem Apparat und der ihn umgebenden Luft unmöglich rauben kann, zugeschrieben werden.

2°. Die Alaunerde, die Schwererde und die Kalkerde sind die einzigen Erden, welche gelinde befeuchtet, mehr oder weniger reines Azote entwickelt haben. Die Allaunerde scheint am mächtigsten auf den Sauerstoff zu wirken. Die Absorption scheint von keiner Entwicklung irgend eines andern elastischen Fluidums begleitet zu seyn; denn, von 800 Theilen athmosphärischer Luft zu 0. 27 Sauerstoff, mit Alaunerde in Berührung gebracht, blieben in acht Tagen 586, welche reines Stickgas waren. Nach der Rechnung hätte der Rückstand 584 seyn sollen. Die Schwererde verminderte das Volumen der Luft von 400 Theilen bis auf 318; auch fanden sich 0. 08 Sauerstoff in dem Stickgas wieder; die Rückstände scheinen also nur das in der athmosphärischen Luft präexistirende Azote zu seyn.

3°. Die Bittererde hat noch in keinem Versuch Sauerstoff absorbirt. Ueber die Kieselerde fälle ich kein Urtheil, ehe ich die Versuche öfter wiederholt habe. In den Versuchen, welche ich mit Herrn Tassaert in dem Laboratorium des H. Vauquelin anstellte, zeigte sie keine Wirkung auf die Luft. In andern, in meinem Hause angestellten, absorbirte sie in zehn Tagen beinahe 0. 08 Oxigene, indem sie das Volumen von 500 Theilen bis auf 462 zurückbrachte. Vielleicht war meine Erde nicht vollkommen rein, und vielleicht ist etwas Gas bei dem Ueberführen desselben von einem Gefäss in das andere verloren gegangen.

4°. Wir haben bis ~~int~~ jetzt keinen Unterschied zwischen den reinen und den gekohlten Erden wahr-

genommen; indessen ist zu bemerken, dass die ätzende Schwerverde, in dem Laboratorium des Herrn Fourcroy nicht auf die Luft wirkte. Wenn man die Temperatur der Erden bis auf 50 oder 60°. des hunderttheiligen Thermometers erhöht, so kann man, in Zeit von zwei bis drei Stunden, die Einwirkung der angefeuchteten Erden bemerkbar machen. In 45 Minuten habe ich die atmosphärische Luft bis auf 0.04 Sauerstoff verlieren sehen. Der Wärmestoff scheint alsdann, das Spiel der Verwandtschaft, welches die Erden gegen die Luft äussern, zu begünstigen.

Ich schränke mich darauf ein, die bis itzt beobachteten Erscheinungen darzustellen, ohne mich schon über die Ursachen, welche ihnen zum Grunde liegen, zu entscheiden. Wir sehen die einfachen Erden wie die säurefähigsten Basen wirken. Wir erkennen in ihnen ein neues eudiometrisches Mittel, und ein einfacheres und sichreres, als der Phosphor und das Schwefel-Pflanzenalkali ist. Da die Erden im Zustand der Trockenheit nicht wirksam sind, so dient die Feuchtigkeit vielleicht nur dazu, um ihre Verwandtschaft mit dem Sauerstoff zu vermehren. Eine grosse Anzahl chemischer Thatsachen belehrt uns, dass die Feuchtigkeit oft eine unerlassliche Bedingung ist, um die Elemente nach den, ihnen eigenthümlichen Verwandtschaftsgesetzen handeln zu lassen. Vielleicht sind die Erden selbst chemische Verbindungen aus einer unbekannten Basis und Sauerstoff. Wenn es bewiesen wäre, dass die Kalkerde (wie das Alkali) Stickstoff und Wasserstoff enthält, sie wie eine säurefähige Basis,

welche sich mit dem Sauerstoff zu verbinden strebet, wirken zu sehen: aber es ist auch möglich, dass die Erden, ohne sich selbst mit dem Sauerstoff zu verbinden, durch ein Spiel doppelter Verwandtschaft, dem Wasser die Eigenschaft, die Basis der Lebensluft aufzulösen, ertheilen. Versuche mit schwefelsaurem Eisen haben diese Vermuthung zwar nicht begünstigt; aber, man muss auch gestehen, dass dieses Mittel, den Sauerstoff im Wasser zu erkennen, sehr unvollkommen ist. Er kann darinn aufgelöst, und auf eine Art gebunden seyn, dass der Eisenkalk ihn demselben zu entziehen nicht im Stande ist. Es wird für itzt klüger seyn, sich mit der Entdeckung dieser neuen Erscheinung zu begnügen, ohne die Grenzen unsrer gegenwärtigen Kenntnisse zu überschreiten. Man wird versuchen müssen, ob 4 oder 5 Monate hindurch, der athmosphärischen Luft ausgesetzte feuchte Alaunerde, Sauerstoffgas geben wird, wenn man sie in dem pneumatischen Apparat mit Feuer behandelt. Nur durch Versuche im Grossen wird man dahin gelangen, Probleme, welche für die chemische Theorie so wichtig sind, aufzulösen.

Die oben dargestellten Fakta scheinen einiges Licht über die vegetabilische Oekonomie, und über die wohlthätige Kunst zu verbreiten, welche den Menschen an die Erde knüpft, die Sitten sanfter macht, und das Band des gesellschaftlichen Lebens enger schliesst. Die niedrigen Schichten der Athmosphäre und die Oberfläche der Erdkugel sind beinahe die einzigen von organisirten Wesen bewohnten Oerter. Die Zahl der unterirdischen Insecten

und Pflanzen, welche ich in der Tiefe von mehreren hundert Metren in dem Innern der Erde entdeckt habe, verschwindet gegen die Menge der Thiere und Vegetabilien, welche die obern Schichten bewohnen. Ueberall, wo der nackte Fels die atmosphärische Luft berührt, sieht man nur Warzenkraut und einige Flechten, welche seine Oberfläche bedecken. Die Acker- oder vegetabilische Erde ist der eigentliche Aufenthalt der organisirten Wesen; sie ist die Quelle, worinn diese ihre Nahrung finden. Hieraus folgt, dass Alles, was diese vegetabilische Erde angehet, einem Jeden, der sich mit den grossen Erscheinungen der beseelten Natur beschäftigt, das lebhafteste Interesse einflössen muss.

Die Ackererde weicht in der Dicke von $\frac{1}{2}$ bis zu 14 Centimeter ab, nachdem das Erdreich länger von Pflanzen bewohnt worden ist, oder Wasserströme andern Stellen hinweggeführte Theile dahin abgesetzt haben. Man bemerkt bei der Vergleichung der verschiedenen Schichten unter einander, dass die tiefern nicht so fruchtbar sind, als die, welche mit der Luft in unmittelbarer Berührung stehen. Wenn man den Boden mit dem Pfluge bearbeitet, so muss die neue Oberfläche einige Zeit hindurch dem wohlthätigen Einflusse der Luft ausgesetzt bleiben, ehe ihr das Saamenkorn anvertrauet werden kann. Die Berührung der Luft wirkt, wie ein Dünger: dieses hat man seit Jahrtausenden bemerkt, da man die Erde bearbeitet. Aber welches ist nun diese Einwirkung der Luft auf den Boden? Welche Theile assimiliren sich demselben? Das ist die

grosse, im Anfang dieser Abhandlung angekündigte Frage, welche die Physik und die Chemie beantworten sollen. Einige Naturkundige glaubten die Auflösung dieses Problems darinn zu finden, dass sie annahmen, das Sonnenlicht, oder die Elektricität aus der Athmosphäre verbinde sich mit der Pflanzenerde. Ich zweifle an der Möglichkeit dieser Verbindung nicht; aber welche Analogieen beweisen ihre Wirklichkeit? Ist nicht die ganze Erdkugel beständig mit dem elektrischen Fluidum beladen? Vermindert nicht die an ihrer Oberfläche hervorgebrachte Verdunstung die Ladung der obern Schichten der Ackererde, indess die untern dieselbe behalten? Andere Physiker haben die Einwirkung der Athmosphäre dem Einfluss des Thaues, der Nebel und des mit Unrecht für stark kohlen-säurig ausgegebenen Regenwassers zugeschrieben. Allein, sind nicht oft alle Schichten der Bodenerde, oder der geackerten Thonerde, gleich feucht, obgleich an Fruchtbarkeit sehr verschieden? Diese Einwürfe sind der Einsicht unserer einfachen Landleute nicht entgangen. Da sie die Mischung der Luft nicht kennen, so vermuthen sie das Daseyn eines unbekannten, dem Salpeter ähnlichen Salzes in derselben. Wenn wir ein Recht hätten, dieses Salz wie Mayows Spiritus nitroaereus zu betrachten, so könnte man sagen, ein glücklicher Zufall habe den Landmann errathen lassen, was die Chemie in der neuesten Zeit bewiesen hat.

Die Pflanzenerde mit der Athmosphäre in Berührung, zersetzt die niedrigeren Schichten derselben; sie absorbirt Sauerstoffgas, welches seine Elas-

ticität, oder seinen luftförmigen Zustand verliert, und sich als Oxid mit dem Kalk, dem Alaun, dem Kohlenstoff, Wasserstoff, Phosphor, Stickstoff und vielleicht sogar mit dem Eisen, dem Braunstein, welche Bergmann, H. Burkart, und die H. Fourcroy und Hassenfratz in ihrer schönen Arbeit über den Humus gefunden haben, verbindet. Eine Menge Thatsachen kündigt uns an, dass das Oxygene die wichtigste Rolle in der Thierischen- und Pflanzenhaushaltung spielt, und dass seine Anhäufung die Entwicklung der organischen Theile auf eine wunderbare Weise beschleunigt. Ich darf nur an meine vor 7 Jahren über das Keimen der Pflanzen in oxigenirter Salzsäure angestellten Versuche erinnern. Die Entwicklung kann in gewissen Fällen, um Neun Zehntheile der Zeit beschleunigt werden. Da sich die Wirkung des Sauerstoffs, während dieser Operation so mächtig äussert, sind wir genöthigt, durch die Analogie, mit dem Doktor Ingenhouss anzunehmen, dass die Oxidation der Erde, oder ihr Vermögen den Sauerstoff zu absorbiren, während der Bebauung des Bodens am meisten wirkt? Die säurefähigen Basen, welche die Trümmer der Vegetabilien und Insekten beständig mit dem Erdreich mischen, die Kalkerde, die Alaunerde, welche vielleicht nicht minder säurefähig sind, bemächtigen sich des Sauerstoffs, diese Erden mögen nun selbst oxydirt seyn, oder oxigenirtes Wasser bilden. So wie die Säuren mit doppelter oder dreifacher Basis sich leichter, als die Säuren mit einfacher Basis zersetzen, so werden auch die Wurzeln der Pflanzen einen oxidirten Kohlenwasserstoff leichter, als Wasser oder Kohlensäure zersetzen.

Ein Wasserstoffoxid ist von dem eigentlichen Wasser sehr verschieden. Es ist eine Mischung, die vielleicht noch reicher an Wasserstoff, als an Sauerstoff ist. So kann auch der Kohlenstoff als reine Kohle, als Kohlenoxid, als Kohlensäure, und vielleicht als oxigenirte Kohlensäure existiren. Ich wage es zu glauben, dass der grosse Unterschied zwischen der Pflanzenkohle und dem Diamanten nicht sowohl in der Mischung der Kohle mit den alkalischen und erdigten Substanzen, als in ihren verschiedenen Oxidationszustande liegt. Die Pflanzenkohle enthält vielleicht nur Kohlenoxide und oxidirtes Kohlenwasserstoff (Carbure d'hydrogène oxidé); indess der Diamant die einzige reine nicht oxidierte Kohle zu seyn scheint. Eben diese Einfachheit macht ihn so, indem jede ein wenig zusammengesetzte Substanz durch ein Spiel doppelter Verwandtschaft wirkt. Die Existenz der Kohlenoxide ist nicht nur durch die in dieser Abhandlung angezeigten Versuche, sondern auch durch die grossen Erscheinungen der unterirdischen Meteorologie bewiesen. Die Steinkohlengänge enthalten am öftersten viel Stickgas und wenig Kohlensäure. Der Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft wird von der Kohle absorbirt, und die neue Mischung bleibt im festen Zustande. Das Kohlenoxide, mit mehr Sauerstoff verbunden, bildet Kohlensäure, und diese Säure mit Lebensluft gemischt, kann in gewisser Rücksicht, als oxigenirte Kohlensäure angesehen werden. Die Verwandtschaft des Kohlenstoffs für den Sauerstoff ist so mächtig, dass diese Mischung in gewisser Rücksicht, als eine chemische Verbindung angesehen werden kann. Die Wachskerzen verlö-

schen in einem Gas, welches aus 0.75 Sauerstoffgas und 0.25 Kohlensäure zusammengesetzt ist; eine Erscheinung, welche nicht Statt finden könnte, wenn die 75 Theile Oxigene im freien Zustande darinn existirten. Ich habe diese Ideen über den Wasserstoff und Kohlenstoff hier darstellen zu müssen geglaubt, weil die Oxide eine so mächtige Rolle in der Meteorologie und in der Oekonomie der organisirten Wesen spielen. Drei thierische Materialien können aus den nemlichen Quantitäten Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, und dennoch in ihren chemischen Eigenschaften sehr von einander abweichen. In der einen verbindet sich der Stickstoff mit dem Wasserstoff, und bildet eine dem Ammoniak ähnliche Mischung, welche mit dem Kohlenoxide verbunden seyn wird. In der andern verbinden sich Kohlen- und Wasserstoff zum öligen Zustand, und das Kohlenwasserstoffgas (carbure d'hydrogène) ist oxidirt, wie das Azote. Die dritte Substanz macht nur ein blosses Gemische aus Kohlenstoff, Azote und Wasserstoff. Das sind sehr bestimmte Verschiedenheiten, welche mehrere Erscheinungen uns anzeigen, und die wir gleichsam errathen, ohne dass die chemische Analyse bis itzt über den Mischungszustand der Elemente hätte bestimmt entscheiden können. Eine gleiche Bewandtniss hat es mit den, an Fruchtbarkeit so verschiedenen Pflanzenerden. Ich habe gesehen, dass im Allgemeinen die schwärzesten, die fettesten, die wohlriechendsten, die athmosphärische Luft am schnellsten zersetzen. Allein ich habe auch welche gefunden, die dem Anschein nach magerer und Kohlenstoffärmer waren, und dennoch nicht

weniger Sauerstoff absorbirten. Wenn eine Erde um so fruchtbarer ist, als sie in einem höhern Grade das Vermögen, den Sauerstoff zu absorbiren, besitzt, so hängt ihre Fruchtbarkeit nicht von der Menge der säurefähigen Basen, von der Menge Kalk, Alaun, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, welche man in derselben antrifft, sondern von dem Mischungszustande ab, in welchem diese Basen sich unter einander befinden, und welcher dieselben zur Zersetzung der Athmosphäre mehr oder weniger tauglich macht. Diese Betrachtung lässt uns die Ursache vermuthen, warum der Chemiker die Wünsche des Landmanns nur selten befriedigen kann, und warum die genaueste Analyse in zwei an Fruchtbarkeit sehr verschiedenen Erden die nemlichen Grundbestandtheile entdeckt. Es ist ein grosser Gewinn für die Physik und für jede Wissenschaft überhaupt, wenn man nicht nur die Grenzen kennt, wo man stille stehen muss, sondern auch die Ursachen einsieht, weshalb man dieselben nicht überschreiten kann.

Herr Candole aus Genf, welchem wir ungemein nützliche Kenntnisse über die Ernährung der Flechten verdanken, hat die Versuche über die Ackererde in Berührung mit der reinen Lebensluft wiederholt. Er versichert von Stunde zu Stunde die Absorption des Sauerstoffs beobachtet zu haben. Als er in Erden, welche durch die Berührung der Lebensluft oxidirt waren, säete, und dieses Keimen mit dem Keimen in Stickgas verglich, war er über den kräftigen Einfluss des Sauerstoffs erstaunt. Er wird von diesem Einfluss in einem Werk über die

Pflanzenphysiologie, woran er mit vielem Eifer arbeitet, selbst Rechenschaft geben.

Die bisher angeführten Thatsachen dienen zur Erklärung anderer Erscheinungen aus der Thier- und Pflanzenphysiologie. Die Luft in den Zwischenräumen der Ackererde ist ein äusserst stark azotirtes Gas. Die Würmer und Insekten, welche in dem Innern dieser Erdschichte leben, athmen ein Azote ein, das nur 0,05 oder 0,07 Sauerstoff enthält. An diese unreine Athmosphäre gewöhnt, wirkt die Berührung der Lebensluft, oder jedes andere sauerstoffreiche Gas, wie das stärkste Reizmittel auf dieselben. Die Lumbrici, die Larven des Tenebrio Molitor und verschiedener Meloear-ten, kommen eher unter einer Glocke mit Sauerstoffgas, als in einem Wasserstoffgas von dem Zustande der Unreinheit, worinn der phosphor leuchtet, um. Eben so verhält es sich mit den Pflanzen, deren Blätter und Stamm sich in die Luft erheben, indess ihre Wurzeln von einem azotereichen Gas umgeben sind. Die Ackersleute haben längst bemerkt, dass für die Erhaltung der Pflanzen nichts so gefährlich sey, als die Wurzeln von Erde entblösst, mit der Luft in Berührung zu lassen. Diese Schädlichkeit rührt nicht von der Trockenheit der Luft her; denn das Wasser, mit welchem man die Wurzeln anfeuchtet, schützt sie nicht vor der ihnen drohenden Gefahr. Muss man nicht diese Wirkung vielmehr dem Einfluss des Oxigen zuschreiben, welches für die seit ihrer ersten Entwicklung mit Azote umgebenen Theile ein zu starker Reiz ist? Es gehet hier eine wahre, von den Sonnen-

strahlen begünstigte Verbrennung vor. Eben diese Betrachtungen verbreiten zugleich Licht über einige Erscheinungen, welche wir an den Erden und Beeten wahrnehmen. Je niedriger und enger diese sind, desto mehr wird die Luft durch Berührung der Erde verdorben. Ich habe in 3 Meter hohen Treibhäusern, worinn die *Musa*, *Hetrionia* Sauerstoff in reichem Maasse von sich gaben, die Luft bis auf 0,21 Sauerstoffgehalt verdorben gesehen; dahingegen in den Treibhäusern zu Schönbrunn, den grösssten und schönsten in Europa, die Luft so rein war wie auf dem freien Felde. Die Luftmasse ist zu ansehnlich in denselben, als dass sie von der Boden-erde zersetzt werden könnte; auch erhält man Luftströme in denselben, worunter die Pflanzen in einem so weiten Raume nicht leiden. Man darf sich über das schöne Grün, welches man dort an ihnen bemerkt, nicht wundern; indess in der azotirten Luft der kleinen Treibhäuser alles schmachtet und ein krankes Ansehen hat. Hingegen sind den kleinen Pflanzen, welche (nach Ingenhouss und Senebiers gegründeter Beobachtung) zu ihrer Entwicklung einer minder reinen Luft, als die grösseren bedürfen, die Beete vorthellhafter; indessen ersticken sie alle im Stickgas, wenn man ihnen nicht von Zeit zu Zeit durch Oeffnen der Fenster, welche die Beete bedecken, athmosphärische Luft giebt. Man hat in dem Norden von Europa beobachtet, dass Kranke, welche an der Lungenschwindsucht (*phthisis pulmonaria*) leiden, sich erleichtert fühlen, sobald sie sich über ein offnes Beet neigen, oder Haufen Erde um ihr Bette legen. Meine Versuche über die Erden beweisen, dass dieses eine wahre

Beddoessche Kur ist. Sie athmen eine azotreichere, für eine durch die Anhäufung des Oxigens leidende Constitution minder reizende Luft.

Alle in einem hohen Grade säurefähige oder eudiometrische Substanzen, wie das Schwefelpflanzenalkali, die Mischung aus Schwefel und Eisen, und das Salpetergas, besitzen die Eigenschaft, das Wasser, die Ackererde und die zur nemlichen Classe gehörigen Erden zu zersetzen. Man kann an ihrer Einwirkung auf das Regenwasser und den Thau, womit sie beständig angefeuchtet ist, nicht zweifeln. Ich habe Gründe zu glauben, dass mehr Wasser von der Pflanzenerde, als von den Organen der Pflanze selbst zersetzt wird. Die grosse Masse des in der Ackererde enthaltenen Wasserstoffs, rührt von dieser Zersetzung her, und der Wärmestoff, welcher sich zu gleicher Zeit entwickelt, vermehrt die Temperatur des Bodens, und begünstigt das Spiel der Verwandtschaften, durch welche die Ernährung der Vegetabilien bewirkt wird. H. Chaptal hat durch Versuche, welche in dem ersten Bande der Memoires de l'institut national enthalten sind, bewiesen, dass der Kohlenstoff, welcher in dem ganzen System der Pflanze circulirt, in dem öligten Extractif- oder Harzstoff aufgelöst wird, und dass Alles, was diese Auflösung vorzubereiten dient, die Entwicklung der Vegetabilien beschleunigt. Wenn man die durch die Ackererde bewirkte Zersetzung des Wassers betrachtet, so sieht man ein, dass der öligte oder harzige Stoff sich schon ausserhalb der vegetabilischen Organe zu bilden anfängt. Während der chemischen Einwirkung, welche die Elemente beständig

gegen einander ausüben, bleibt der Wasserstoff nur mit einer geringen Quantität Sauerstoff verbunden, und tritt zu dem Kohlenstoff. Diese oxidirten Wasserstoffkohlen (carbures d'hydrogène oxydés) scheinen den absorbirenden Wurzeln der Vegetabilien die reichlichste Nahrung zu liefern. Vielleicht ist die ganze Theorie des Düngens auf diesem Princip gegründet, und der Dünger wirkt hauptsächlich nur durch die Natur seiner säurefähigen Basen; d. h. durch ihr Vermögen, das Wasser und die atmosphärische Luft zu zersetzen. Ohngeachtet die oben angeführten Versuche keinen Zweifel mehr über die Absorbtion des Sauerstoffs durch die Ackererde übrig lassen, so wäre es doch zu wünschen, dass man diese Absorbtion durch die genaue Analyse einer, eine geraume Zeit der Lebensluft ausgesetzten Erde bestätigen könnte. Man könnte glauben, die nemliche Erde, welche, vor der Berührung des Sauerstoffs nur 20 Cubikcentimeter Kohlensäure gäbe, würde nach der Oxidation der säurefähigen Basen 30 oder 40 liefern. Allein, wenn man über die Natur dieser Aufgabe reiflich nachdenkt, so sieht man, dass man dieselbe durch Versuche unmöglich auflösen kann; denn,

Erstens: Ist die Pflanzenerde, oder der Humus so ungleich gemischt, dass 3 Analysen von 3 in dem nemlichen Beet gesammelten Hectogrammen ganz verschiedene Resultate geben würden. Nun ist es physisch unmöglich, die nemliche Portion Erde zweimal, nemlich: vor und nach der Absorbtion des Sauerstoffs zu untersuchen. Die Vergleichung kann also nur unter zwei Quantitäten Humus von gleichem Gewicht an-

gestellt werden; und man würde niemals wissen, ob der grössere Antheil aus der oxidirten Erde entwickelter Kohlensäure, von dieser Oxidation, oder von einem Grundunterschiede der Elemente herühre.

Zweitens: Da man nicht die Quantität des in der Ackererde enthaltenen Kohlenstoffs, sondern den Grad ihrer Oxidation erfahren will, so müsste der Versuch so angestellt werden, dass die Ackererde mit dem Sauerstoff aus der Atmosphäre nicht in Berührung wäre: allein, angenommen, dass man auch diese Schwierigkeit gehoben hätte, so würde ein Minimum Feuchtigkeit mehr oder weniger, die Resultate verändern. Das Wasser zersetzt sich, sobald es mit den säurefähigen Basen in Berührung kommt; und was man dem Kohlenoxid zuschreibt, rührt alsdann von dem Sauerstoff aus dem zersetzten Wasser her.

Drittens: Die Ackererde liefert uns nicht bloss Kohlenoxide, sondern auch Oxide von Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Eisen, Oxide mit doppelten und dreifachen Basen. Man würde daher mit Unrecht den Grad der Absorption des Sauerstoffs durch die Quantität der Kohlensäure allein messen. Unter einer hohen Temperatur werden die Oxide mit doppelten Basen von Kohlenstoff und Wasserstoff, oder von Stickstoff und Phosphor durch ein Spiel der zusammengesetztesten Verwandtschaften modificirt werden. Es wird sich Wasser, Salpetersäure, Ammoniak, Oel bilden; es wird eben so unmöglich seyn, die Quantität des durch die Ackererde absorbirten Sauerstoffs zu erkennen, als es un-

möglich ist, den Sauerstoff des in Berührung mit Lebensluft gebrachten venösen Bluts zu entwickeln. Die Chemie liefert uns mehrere Fälle, wo die Analyse nicht erkennen kann, was auf dem synthetischen Wege zusammengesetzt worden war. Der grüne Färbestoff der Pflanzen, in Alkohol aufgelöst, wird Gelb, indem er Oxigene absorhirt. Ich habe die grüne Farbe wieder erscheinen sehen, als ich der Auflösung Ammoniak zusetzte. Wahrscheinlich liegt diese Veränderung an einer Zusetzung des Ammoniaks, welches, indem es Wasser bildet, das Oxigene dem Färbestoff entziehet und Stickgas entwickelt. Die Theorie lehrt uns, dass wir in diesem Wasser das absorbirte Oxigene wieder finden müssen; aber welcher Chemiker würde sich einer so feinen Arbeit gewachsen glauben? Die grosse Masse der in der Ackererde enthaltenen säurefähigen Substanzen verräth sich durch die Quantität der athmosphärischen Luft, welche dieselbe zu zersetzen im Stande ist. Ich habe es versucht, die nemliche Portion wiederholentlich mit Luft in Berührung zu bringen; ihre Einwirkung ist oft nur bei dem vierten oder fünften Mal vermindert worden. Ein Hectogramm hat nach und nach 17 Cubikcentimeter athmosphärische Luft zersetzt. Nur bei dem letzten Male schien die Verwandtschaft mit dem Oxigene verringert zu seyn, und der Rückstand des Stickgas enthielt noch 0,12 Sauerstoff. Es ist wahrscheinlich, dass z. B. die kleinsten Bestandtheilchen der Kohle sich nur auf der Oberfläche oxidiren, und eine mechanische Trennung, oder eine Veränderung der Temperatur der Ackererde das Vermögen

zur Absorbtion des Sauerstoffs wiedergiebt. Das Ackern, und vornehmlich die Sonnenstrahlen müssen diese heilsame Wirkung hervorbringen; Jenes, indem es neue Oberflächen darbietet; Diese, indem sie den Boden erwärmen und die Kohlenoxide von dem festen in den luftförmigen Zustand überführen.

Ich endige diese Abhandlung, indem ich einen Blick auf die Bildung eines Salzes werfe, welches die Natur gleichsam vor unsern Augen hervorbringt, und über welches die neuere Chemie schon ein grosses Licht verbreitet hat. Da wir die Bestandtheile der Salpetersäure kennen, und wissen, dass die mit den Grundstoffen unserer Athmosphäre völlig einerlei sind, so wundern wir uns nicht mehr darüber, diese Säure in den niedrigeren Luftschichten gebildet anzutreffen; wir halten es für möglich, dass ein Theil der Athmosphäre sich unter dem Einfluss der Elektricität in Salpetersäure verwandeln könne; allein erklären uns auch diese nemlichen Ideen, warum der Salpeter in reicherm Maasse über Thon und Kalkerden, als über Quartz hervorgebracht wird? warum bloss die niedrigeren Luftschichten, welche in unmittelbarer Berührung mit der Erde stehen, die Salpetersäure zu zersetzen vermögend sind? Ich wüsste nicht, dass irgend ein Physiker diese interessanten Erscheinungen zu erklären versucht hätte. Die salpeterreichsten Länder, die Ebenen von Thibet, Ungarn, Deutschland und Salmatien haben alle den nemlichen Boden, entweder fette Thonerden, oder ein schwarzes, durch die Trümmer vegetabilischer und animalischer Mate-

eien gebildetes Erdreich. In Deutschland errichtet man auf den Feldern Mauren von Letten, die man parallel einrichtet, und über welche der Salpeter sich von Zeit zu Zeit anhäuft. Es muss ein genaues Verhältniss zwischen der Bildung des Salpeters, und der Natur der Substanzen, über welche er sich zersetzt, existiren. Die Thonerden absorbiren den Sauerstoff aus der Athmosphäre mit grosser Hast. Selbst diejenigen, welche durch ihre weisse Farbe die reinsten scheinen, zersetzen die athmosphärische Luft sehr schnell. Ich habe unter den Augen des H. Vauquelin, folgenden Versuch gemacht: athmosphärische Luft zu 0, 274 Sauerstoffgehalt, wurde (in einer Röhre) mit Phosphor, und in einer andern, mit der weissen Thonerde von Montmartre, deren wir uns in den Laboratorien als Kütt bedienen, in Berührung gebracht. Nach Verlauf von zehen Tagen wurden die Rückstände der Luft analysirt. Der Phosphor hatte nur 0, 07, die Thonerde 0, 10 Sauerstoff absorbirt. Andere aus einem fruchtbaren Kornfelde genommene Thonarten, zersetzten die athmosphärische Luft in 13 Tagen bis auf 0, 06 Sauerstoff. Diese Einwirkung der Thonerden auf die Luft wurde in einer höheren Temperatur noch stärker. Von dieser Zersetzung kömmt das Stickgas her, welches man in den, zur Widerlegung der Theorie über die Zerlegung des Wassers angestellten Versuchen gesammelt hat; an ihr liegt die Schädlichkeit der Luft in den, mit Thonöfen geheizten Wohnungen der armen Landleute im Norden.

Zwei Veränderungen müssen in der athmosphärischen Luft vorgehen, um sie in Salpetersäure zu

verwandeln; die eine betrifft den Grad der Verwandtschaft, welche die beiden Basen des Sauerstoff- und Stickgas mit einander verbindet, und die andere das Verhältniss, in welchem diese sich vereinigen müssen, um eine neue Mischung zu bilden. Es ist ein allgemeines chemisches Gesetz, dass, so oft eine zusammengesetzte Substanz A eine Mischungsveränderung erleiden soll, diese Veränderung um so leichter vor sich gehen wird, als eine zweite [Substanz B die Kräfte der Verwandtschaften, durch welche die Elemente von A verbunden sind, zu vermindern strebt. Die atmosphärischen, mit der Oberfläche der Erde in Berührung gebrachten Luftschichten, sind um so geneigter, den Zustand ihrer Zusammenhäufung zu verlassen, als diese Erde mächtiger auf eine der Basen dieses Luftgemisches einwirkt. Die Nähe der Thonerde modificirt die Attraction, durch welche das Oxigene aus der Athmosphäre mit dem Azote verbunden ist. In den nächsten Schichten schwebt freies Azote, befinden sich Atome, die andern Verwandtschaften folgen, als derjenigen, durch welche das Stickgas in dem atmosphärischen Luftgemische im Gleichgewicht bleibt. Diese Atome stossen auf eine grosse Masse Sauerstoff, und werden von den säurefähigen Basen der Thonerde, der Kalkerde, unter der Ackererde angezogen. Jedes Partikelchen Erde wird von einer besonderen Athmosphäre, die sauerstoffreicher ist als die Luftschichten, in welchen wir leben, umhüllt.

Indess die letzteren nur 0,28 Sauerstoff enthalten, wird die Athmosphäre der Thonerde 0,50 bis

o, 60 haben, und die nächsten Partikelchen der Erde, müssen sogar reine Lebensluft bilden. Der Sauerstoff senkt sich, um sich mit den erdigten Basen zu verbinden. Auf diesem Uebergange trifft ein wenig freies Azote zu viel freiem Oxigene und so entstehet Salpetersäure. Die Luftelektricität scheint diese Verbindung zu bewirken; denn stürmisches Wetter ist der Erzeugung des Salpeters am günstigsten, und besonders die Zustände der Athmosphäre, wo die positive Elektricität acht bis zehnmal des Tages in negative übergeht, welches sich oft nur durch Windstöße, Hagel und Regen ankündigt. Ich könnte noch hinzusetzen, dass nicht der achte Theil des vegetabilischen Alkali, welches die Basis des Salpeters ausmacht, sich in der Thonerde oder Ackererde, über welche das Salz sich niederschlägt, finde; dass da das Wasser sich auf der Oberfläche der Erde zersetzt, dieses Alkali wohl von der Berührung des Wasserstoffs mit dem Azote aus der Luft entspringen könne; dass endlich in den weiten Ebenen von Cajava der Salpeter beständig mit salzsaurer Soda gemischt ist, und dass ich daselbst Salzsäure in der Luft sich habe bilden sehen. — Aber diese Betrachtungen würden uns in eine Sphäre versetzen, wo Muthmassungen an die Stelle der Thatsachen treten. Meine Absicht war nur, zu zeigen, wie die Nähe der Erde die Erzeugung des Salpeters begünstigen kann. Ohne die grossen Operationen der Natur zu erklären vermögend zu seyn, ist es immer Gewinn, die vornehmsten und thätigsten Stoffe zu kennen, welche ihre anziehenden Kräfte in diesem unermesslichen Laboratorium auf einander wirken lassen. Ich wage es, mir zu schmei-

cheln, dass die in dieser Abhandlung angeführten Versuche einiges Licht über diese agirenden Körper verbreiten, und dass sie vielleicht zu interessanten Entdeckungen für den Ackerbau werden führen können. Die kurze Zeit, welche mir nur noch auf dem festen Lande zu verweilen übrig bleibt, hat mir nur erlaubt, den Weg, welchen geschicktere Physiker einst mit mehr Glück verfolgen werden, hier vorzuzeichnen.

VII.

V e r s u c h e

über

die Beschaffenheit des Luftkreises

in

der gemässigten Zone.

Wer mit den neuesten Entdeckungen der Chemie bekannt, seinen Blick auf die grossen Erscheinungen der Meteorologie heftet, dem drängen sich die wichtigsten Fragen auf, deren Beantwortung vergebens in den bisherigen Arbeiten der Physiker gesucht werden. An dem blauen Gewölbe des Himmels erscheinen auf einmal Wolken von geringem Durchmesser, die mit jedem Augenblick sich vergrössern und bald eine, dem Lichte schwerdurchdringliche Decke bilden. Aus einer Luft, die kurz vorher eine grosse Trockenheit zeigte, fallen viele Tausend Centner Wasser tropfbar herab. Das Gewölk löst sich auf, die Dunstbläschen werden unsichtbar und die vorige Bläue ist nun wiederum

A t h m o s p h ä r e

N o v e m b e r 1 7 9 7.

Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit nach dem Hy- grometer des		Feuchtig- keit nach dem Saus. durch die Temper. Korr-Hygr.	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels
						Saussure	Deluc			
18	11 M	109	0,256	318,3	+ 8	84	47,8	79	+ 0,5	Hell, schwacher Nordostwind.
	8 A	115	0,239	317,8	+ 5	96	72,5	82		Bedeckt, ziemlich starker Regen.
19	11 M	112	0,247	316,1	+ 3	94	67,6	70		Nebel, aber schwach.
	8 A	114	0,242	316,1	+ 4	95	69,7	75		Bedeckt, Regen, aber durchsichtig.
20	8 A	111	0,250	316,8	+ 2	87	52,5	64	+ 1,4	Bedeckt, erster Schnee.
21	3 A	110,5	0,251	316,8	+ 1	93	65,4	69		Bedeckter Himmel. Das Feld ist mit einer dün- nen Schneelage bedeckt.
22	10 M	107	0,261	317,7	+ 4	82	45,6	67		Blauer, heller Himmel. Der Schnee schmilzt.
	3 A	103,5	0,272	316,2	- 0,2	98	80	73	+ 1,0	Blauer Himmel. Kohlensäure 0,009.
	10 A	107,5	0,260	315,9	+ 1	84	47,8	64		
23	9 M	110	0,253	318,5	+ 3	78	41,8	65	+ 2,8	Es bilden sich Schneewolken. Kohlensäure 0,006.
	2 A	109	0,256	317,7	+ 6	84	47,8	73		Blauer Himmel zwischen zerstreuten Wolken.
	6 A	106	0,264	319,3	+ 3	92	63	71		Hell, sehr durchsichtig.
24	4 A	106	0,264	321,1	+ 6	81	44,5	64		Hell.
25	3 A	107,5	0,260	322,3	+ 8	78	41,8	73	+ 0,2	Ganz bedeckt aber sehr durchsichtig. Kohlen- säure 0,009.
	5 A	108	0,259	322,8	+ 7	96	72,5	89		Regen.

D e c e m b e r 1 7 9 7.

Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermo- meter	Beobachtete Feuchtig- keit nach dem Hy- grometer des		Feuchtig- keit nach dem Saus. durch die Temperatur korrigirten Hygrometer	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels.
						Saussure	Deluc			
2	2 A	110	0,253	318,6	+ 8	79	42,7	75		Ziemlich klar.
3	3 A	112	0,247	319,1	+ 4	90	59	77		Es bilden sich Wolken, Regen. Kohlensäure 0,014.
4	4 A	111	0,250	324,6	+ 2	81	44,5	65	+ 2,5	Blauer Himmel zwischen einzelnen Wolken.
5	4 A	112	0,247	324,3	+ 7	78	41,8	71		Bedeckt, ein wenig Regen, aber sehr durchsich- tig.
6	9 M	113	0,245	323,7	+ 5	82	45,6	72		Regen mit Hagel.
7	1 A	114	0,242	322,2	+ 3	85	49	69	- 3,5	Bedeckt, Regen, Hagel und Schnee zusammen. Um 10 Uhr war das Eudiom. 116 = 0,236 Oxygen.
8	7 A	109,5	0,254	323,4	+ 0,8	84,5	48,2	63		Heller blauer Himmel.
9	10 A	112	0,247	319,0	+ 3	95	69,7	74		Hell.
10	10 A	110	0,253	318,5	+ 0,8	90	59	64	+ 1,3	Eben so.

December	Tag.	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit, nach dem Hy- grometer des.		Feuchtig- keit nach dem Sauss. durch die Tempera- tur korri- girten Hy- grometer	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels.
							Saussure	Deluc			
	11	10 A	107	0,261	318,9	— 1,5	99	84,5	72		Eben so, es hat gefroren.
	12	12 M	111	0,250	318,6	+ 3	85	49	67		Bedeckt. Es bildet sich Schnee; die Alpen wer- den weiss.
	13	10 M	111,5	0,249	319,7	+ 1	98	80	74		Bedeckt, durchsichtig.
	14	10 M	108	0,259	317,6	+ 0,8	98	80	85	+ 4	Sehr dicker Nebel.
	15	10 A	110,5	0,251	323,0	+ 1,5	92	63	72		Zerstreutes Gewölk. Blau.
	16	10 A	109	0,256	323,7	+ 2	75	39	62		Blauer Himmel. Hohe Wolken.
	17	4 A	105	0,267	322,6	+ 6	72	36	64		Blauer Himmel. Sonne. Sehr durchsichtige Luft.
	18	12 M	107,5	0,260	324,5	+ 5	78	41,8	66		Der Himmel fängt an sich mit Wolken zu bedec- ken.
	19	9 M	107,5	0,260	325,6	— 1,5	100	95	74	+ 2,2	Dicker Nebel, der in Tropfen herab fällt.
		10 A	106	0,264	326,1	— 0,8	100	95	72		Nebel, eben so.
	20	9 M	105	0,267	326,1	— 3	100	95	68	+ 3	Nebel, eben so.
	21	9 M	105,5	0,265	324,2	— 4	96	72,5	64	+ 2,5	Blauer Himmel. Leichter Dunst
		10 M	104,5	0,268	324,3	— 2	95	69,7	67		Blauer Himmel. Sonne. Kohlensäure 0,016.
		11 A	105	0,267	324,3	— 1,2	96	72,5	72	+ 3	Kalter Wind. Dünste.
	22	9 M			324,0	+ 0,5	97	74	75	+ 2	Kalter Wind. Sehr niedrige Schneewolken.
		12 M			323,6	+ 0,5	97,1	75	75	+ 1,8	Hoher Nebel.
		3 A	99	0,284	323,6	+ 0,3	100	95	72	+ 0,8	Nebel, der dickste von Allen. Der Elektrometer geht oft von + in — über.
		9 A	104	0,270	323,5	+ 0,5	96	72,5	74	+ 0,2	Kein Nebel. Mit Wolken bedeckter Himmel. Es schneyt.
	23	9 M			322,2	— 1	90,5	60	66	+ 0,8	Bedeckt. Kohlensäure 0,005.
		2 A	100	0,281	321,5	+ 0,3	91	61	65		Blauer Himmel, aber Dünste in den hohen Re- gionen des Himmels.
		9 A	100	0,281	320,6	+ 1,5	89	58	69		Blauer Himmel. Die Dünste sind verschwunden.
	24	8 M			321,8	— 2	91	60	73	+ 0,5	Es friert; aber das Schmelzen des Schnees kün- digt sich an. Sehr niedrige Wolken.
		2 A	101,5	0,277	322	— 0,3	91,4	62	66	+ 1	Ein wenig bedeckt; ziemlich durchsichtig.
		10 A	105,5	0,266	323,8	+ 1	91,1	60	62	+ 0	Regen mit ein wenig Hagel.
	25	2 M	106,5	0,262	323,9	0	89,5	58	67	+ 0,8	Ein wenig Schnee.
		2 A	105,5	0,266	326	— 1	95,4	71	68		Häufiger Schnee. Barometer um 9 Uhr des Abends 327,4.
	26	9½ M			328,4	— 1,5	89,7	57,5	65	+ 1	Sehr hohe Wolken. Dünste. Ungemein durch- sichtige Luft.
		2 5			328	— 1	89,8	58,5	65		Eben so, ein wenig bleiche Sonne. Seine Stär- ke 7°.
		4 A	108	0,259	327,3	— 1,5	91,2	61,3	67	+ 0,5	Bedeckt.
		8 A			328,1	— 4	94,3	68	64		Blauer Himmel. Funkelnde Sterne.
	27	12 M				+ 1,3	84,5	48	63		Dicke Wolken. Ganz bedeckter Himmel.
		4 A	104,5	0,268	326,2	+ 4				+ 5,5	Wohlriechender lauer Regen, der sich in Nebel zersetzt. Das Elektrometer geht von + in — über.
	28	4 A	106	0,264	324,6	+ 1,5	94	67,5	74	+ 1,2	Thauwetter; dickes Gewölk-Orkan während der Nacht mit vielem Schnee.
	29	3 A	102,5	0,275	321,9	+ 2,5	97	74	78	— 2	Der Schnee schmilzt. Orkan während der Nacht.
	30	5 A	105	0,267	316,4	+ 4	96,5	73	84	+ 0,3	Niedrige Wolken.
	31	8 A	106,5	0,262	316,2	+ 2	94	67,5	74	+ 2,4 — 2,0	Orkan während der Nacht.

J a n u a r 1 7 9 8.

Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoffgehalt in Tausendtheilen nach einer Näherungsform. ausgedrückt.	Barometer	Thermometer	Beobachtete Feuchtigkeit nach dem Hygrometer des		Wirkliche Feuchtigkeit nach dem Saus. durch die Temper. verb. Hygr.	Elektrometer	Ansicht des Himmels
						Saussure	Deltic			
1	12 $\frac{1}{2}$ M	107	0,261	317,3	+ 2	94	67,6	72	+ 2,5	Häufiger Schnee, bedeckter Himmel.
2	8 M	109	0,256	317,2	+ 2,5	96	72,5	75	— 18 + 1,5	Schnee mit Regen und Hagel vermischt. Augenblicke des Aufthauens.
	2 A	108,5	0,257	318	+ 1	93	65,4	72	+ 1	Stiller weniger bedeckter Himmel, gelindes Thauwetter.
3	11 M	106	0,264	321	+ 1	83,8	46,2	65		Hohes Gewölke, sehr durchsichtiger, ein wenig blauer Himmel.
	5 A	108	0,259	321,2	+ 0,5	88,5	55,2	69	0	Es bilden sich Schneewolken. Die Luft hat ihre Durchsichtigkeit verloren.
4	8 M			323,2	— 0,3	94	67,6	71		
	3 A	109	0,256	323,7	— 2	81	44,5	61	+ 2	Sehr durchsichtiger blauer Himmel. Sonnenstärke 8°.
5	3 A	108,5	0,257	321,2	+ 3	80,5	43,7	66	+ 0,8	Ein wenig bedeckt, sehr durchsichtig. Eintreten des Thauwetter.
6	9 M				+ 1,5	98	80	78	+ 2	Es schneiet, aber der Schnee schmilzt sogleich.
	3 A	105	0,267	319,2	+ 1	98	80	77		Eben so.
7	3 $\frac{1}{2}$ A	104,5	0,269	320,5	+ 0,3	88	55	68	0	Des Nachts viel Schnee. Er schmilzt am Tage. Starker Nordwestwind.
8	10 M			321,7	+ 0	94	67,6	72	+ 3	Es schneit viel und grosse Flocken.
	3 $\frac{1}{2}$ A	103,5	0,272	322,9	+ 0	92	63	70	+ 2	Es schneit, jedoch weniger.
	7 A			322,7	+ 0	91,8	62,5	69		Mehr Schnee, bedeckter Himmel.
9	3 A	109 $\frac{1}{2}$	0,254	322	— 2	94,1	68	65	+ 0	Blau zwischen den Wolkenorkan zu Triest.
10	12 $\frac{1}{2}$ M			323,2	+ 0,8	88,2	56	69	+ 0,5	Ziemlich blau.
	2 A			323,2	+ 0,8	88	55,5	69		Eben so.
	4 A	110,5	0,251	323,2	— 5	89,1	58	59		Eben so.
	6 A				— 6	91,3	62	58		Eben so.
11	10 $\frac{1}{4}$ M			323,9	— 3,5	94	67,5	63	+ 0,8	Dünste in den hohen Regionen.
	4 A	108,5	0,257		— 4	89,5	58	61	+ 0,4	
12	9 M	106	0,264	323,2	— 6	87,8	54,5	56		Blauer Himmel.
	12 $\frac{1}{2}$ M				— 4	88,2	56	60	+ 0,5	Eben so um 6 U. Hygrom. 59. Therm. — 5.
13	9 M			322,3	— 5,5	89	57	58	+ 2	Weniger blau, aber sehr durchsichtig. Sonnenstärke 4, 3.
	10 A	111,5	0,249	322,4	— 8,5	92	63	55		Funkelnde Sterne.
14	3 A	108	0,259	322,6	+ 0,2	74	38	57	+ 1,5	Blauer, sehr durchsichtiger Himmel.
	10 A	106,5	0,262	322,3	+ 1	87	52	50		Thauwetter, leichter Nebel.
15	10 M			322,2	+ 5	80	43,6	70		Sturm während der Nacht, Thauwetter, Regen.
	3 A			322,2	+ 6	84	47,8	74	+ 0	Sehr starkes Thauwetter.
	10 A	106,5	0,262	322,3	+ 2,5	99	84,5	89		Regen, Nebel.
16	12 M				+ 7,5	91	61	85	+ 1,5	Blauer Himmel, Thauwetter, gelinder Thauwind. Sonnenstärke 7°.
	8 A	105	0,267	322,1	+ 1,5	94	66,5	72		Vollkommenes Aufthauen.
17	9 M			321,4	+ 3	80	43	65		Reif. Wind.

Januar	Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit, nach dem Hy- grometer des		Wirkliche Feuchtig- keit nach dem Sauss. durch die Tempera- tur verbes- serten Hy- grometer	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels.
							Saussure	Deluc			
		1 A			321,3	+ 5	78	41, 8	68	+ 0,8	Bedeckter Himmel.
		9 A	108	0,259	321,1	+ 1	91	60	67		Bedeckter H. die Wolken zertheilen sich.
18		3 A	105		320,8	+ 4, 5	82	45	69	+ 2,5	Thauwetter, gelinder Wind, blauer Himmel.
19		10 A	107	0,267	323,7	+ 0, 3	95	71	70	+ 1,5	Thauwetter, jedoch bilden sich Wolken.
20		7 A			327,8	+ 4	92, 5	64	77	+ 1	Thauwetter, bedeckter Himmel.
		10 A	108,5	0,259	328,2	+ 3	92, 5	64	75		Bedeckter Himmel.
21		9 M	105,5	0,263	321,8	+ 0,5	97,3	76	73		Thauwetter mit sehr dickem Nebel.
		3 A	101	0,278	328,2	+ 1,4	97, 1	75	76		Nebel.
		10 A			328,2	+ 0	82	45, 6	62		
22		12 A	102,5	0,273	327	+ 1	92	63	68	+ 3,5	Blauer Himmel. Sonnenstärke 8°.
		7 A	106	0,264	324,8	- 0,8	93	65, 4	69	- 4,5	Dicker Nebel.
23		9 M			325,7	- 4	97, 5	78	67		Bedeckter Himmel.
		4 A			326,8	+ 1	95, 5	70	73	+ 3	Ein wenig Schnee. Die Wolken lösen sich auf.
		10 A	100	0,281	327,6	- 0,8	99, 1	86	75		Blauer Himmel.
24		3 A	102	0,276	324,2	+ 3	73	37	60	+ 1	Blauer Himmel. Sonnenstärke 5°.
		10 A			317,7	- 3	89	57	62		Frost.
25		10 M	104	0,270	321,8	+ 2	80	43	64	+ 1	Sehr dicke Schneewolken bedecken den Himmel.
		3 A			321,4	+ 2,5	88	55	70		Bedeckter Himmel.
		10 A	99, 5	0,282	322,7	- 1	90	59	65		Es fällt Schnee in grossen Flocken, der im Fal- len schmilzt.
26		11 M			325,2	+ 0	97	74	72	+ 0,8	Blauer Himmel.
		2 A	98,5	0,286	325,2	- 0,2	84	47, 8	65		Blau, aber zerstreute Wolken.
		10 A	100, 5	0,280	325,5	- 4	99	84, 5	65		Blauer Himmel.
27		8 M	97	0,290	324,6	- 10	82	45, 6	48	+ 1,5	Sehr durchsichtiger blauer Himmel.
		2 A			324,9	- 2	85	49	60		
		3 A	100	0,281	324,1	- 3,5	88	55	62		Eben so.
		10 A	105	0,267	324,3	- 9	94	67	57		Eben so.
28		8 M	100	0,281	325	- 9,8	80	43	48	+ 0,8	Blau, durchsichtig.
		1 M			325,1	- 3	83	46, 2	58		Bedeckt, aber durchsichtig.
		3 A			325,1	- 1,5	80	43	57		Bedeckt.
		7 A			324	- 5	89	57	60		Weniger bedeckt.
		10 A	102	0,276	324,7	- 6	82	45, 6	53		Blau.
29		8 M	103,5	0,272	323	- 8,8	93	65, 4	57	+ 4,5	Blau, sehr durchsichtig.
		12 A			322,2	- 3	87	52, 5	61	+ 3	
		4 A	104	0,270	321	- 3	88	55	62		Blau, es bilden sich Wolken.
		10 A	106	0,264	319,8	- 7	92	63	57		Leicht bedeckt.
30		10 M	103	0,274	320	- 0,5	76	40	56		Sturm während der Nacht. Sehr durchsichtiger blauer Himmel.

Januar Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit nach dem Hy- grometer des		Wirkliche Feuchtig- keit nach dem Saus. durch die Temper. verb. Hygr.	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels
						Saussure	Deluc			
	3 A	102	0,276	319,7	+0,8	77	40,9	59	+2	Eben so.
	10 A	99	0,284	320,3	-2	70	34,3	51		Blauer Himmel.
31	9 M	103	0,274	320,8	-1,3	80,5	44	60	+1	Bedeckter Himmel.
	10 A	104	0,270	319,5	+2,5	88	55	68		Bedeckt. Regen.

F e b r u a r 1 7 9 8.

1	9 M			322,7	+4	94	67,6	78	+4,5	Die Wolken lösen sich auf.
	10 A	103	0,274	323,3	+3	81,5	45	66		Thauwetter; sehr bedeckter Himmel.
2	3 A			323,9	+4	77	41	65	+1	Bedeckt, es schneit, sehr durchsichtig.
	10 A	105	0,267	325,3	+1,5	86	50	67		Bedeckt. Regen.
3	8 M	103,5	0,272	324,8	+1,5	92	63	69		Thauwetter. Bedeckt.
	1 A	104	0,270	324,9	+4	89	58	74	+2,5	Regen.
	4 A	105	0,267	324,8	+3	93,2	67	75		Dicke Wolken.
	10 A	103	0,274	325	+2,5	99	84	81		Blau.
4	9 M	100	0,281	324,3	+1,5	88,5	56	67	+1,8	Blau. Sonne.
	1 A	99	0,284	324,3	+6,5	85	49	74		Blau, es bilden sich Wolken im Norden.
	6 A	103,5	0,272	324,1	+5	96	72,5	81		Bedeckt.
	10 A	105	0,267	324,9	+4,5	93	65,4	79		Regen, Sturm.
5	8 M	99,5	0,282	327,8	+0,5	88	55	64	-0,8	Blau durch die Wolken. Sturm.
	1 A			328,3	+3	70	34,5	57	-0,5	Blau. Hohe Wolken, ein wenig Wind.
	4 A	103,5		328,3	+2	72	36	58	-2	Blauer Himmel. Kein Wind.
	8 A	103	0,272	327,8	-1,5	92	63	67	+1	Blau. Dünste gegen Westen.
6	9 M	104	0,270	327,2	-2,3	83	46,2	59		Bedeckt, aber sehr durchsichtig.
	6 A			326,9	+1,5	72	36	56	+0,8	Dicke Wolken. Wind.
	8 A	106	0,264	327,2	+1,5	71	35	55		Sturm. Regen.
7	9 M	105	0,267	328,8	+2	83	46,2	67	+0,5	Ein wenig Schnee. Blau scheint durch die Wolken.
8	3 A	107	0,261	325,2	+4	88	55	73	-5,3	Sturm mit Regen.
9	8 M	107	0,261	324,1	+3	87	52,5	70	-8	Sturm mit Schnee. (Um 3 Uhr zu Bertholdsgaden Elektrom. +1,2.
10	7 A	107	0,261	326	+1,5	98	80	74	+0	Bedeckt.
11	3 A		0,262	326,2	+4	85	49	71	+0,8	Bedeckt, aber blau durch die Wolken,
	10 A	106,5	0,262	326,5	+2	85,5	50	67		Bedeckt.
12	4 A	108	0,259	326,8	+6	92	63	82	+0	Regen.
13	12 M	102,5	0,272	326,5	+5,5	88	55	75	+1,2	Blauer Himmel. Sonne.
	5 A			326,2	+5	90	59	79		Sehr durchsichtiges Blau.
	10 A	104	0,270	326,2	+2	98	80	76	+1,6	Dicke Wolken.
14	9 M	106 $\frac{1}{2}$	0,261	327,7	+3	88,5	56	70		Noch mehr bedeckt.

Februar	Tag.	Stunde	Endiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Beobachtete Feuchtig- keit, nach dem Hy- grometer des		Wirkliche Feuchtig- keit nach dem Sauss. durch die Tempera- tur verbes- serten Hy- grometer	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels.	
						Thermome- ter	Saussure				Deluc
		5 A	103,5	0,272	327,2	+3,5	83	46,2	67	+1,5	Ganz blau. Sonne.
15		9 M	99,5	0,282	325,1	— 0,5	88	55	64	+3,5	Frost, sehr sbhöner, sehr durchsichtiger blauer Himmel.
		3 ¹ / ₂ A			323,9	+ 5	81	44	68		Blauer Himmel.
		10 A			323,7	+1,5	82	44	64		Eben so.
16		12 M			322,3	+7,5	70	34,4	65	+ 1	Ganz blau. Sonnenstärke 7°.
		7 A	99	0,284	321,7	+ 6	88	55	77		Blauer Himmel.
17		9 M	99	0,284	320,5	+2,5	84	47	67		Einige sehr hohe Wolken. Blau.
		7 A	98,5	0,285	317,7	+ 4	98	80	81	+0,5	Ganz bedeckt. Wind.
18		9 M	97	0,290	318,8	+1,5	97,4	75	74	± 2,8	Thauwetter, sehr dicker Nebel.
		12 A	98	0,287	318,9	+ 1	99	88	76		Ein wenig Regen. Dünste,
19		12 M	103,5	0,272	317,2	± 0	93	66	70	+1,2	Bedeckt, Schnee.
20		9 M	103	0,274	318,1	— 0,2	86,4	51	62		Bedeckt.
		11 A	105,5	0,265	318,3	— 3,5	98	80	67	+0,4	Häufiger Schnee.
21		9 M	103	0,274	319,2	— 1,5	87	52	63	+3,2	Bedeckt, aber durch die Wolken durchrheinen- des Blau,
		7 A			320,7	— 2	92	63	66		Die Wolken zerstreuen sich.
22		2 A	101	0,278	319,8	+ 1	79	42	62		Blau. Sonne.
		7 A			318	— 1	91	60,5	67	+ 1	Ganz bedeckt.
23		2 A	103	0,274	322,9	+ 3	89	57	72	+ 3	Häufiger Schnee.
24		1 A			325	+5	81,5	45	68		Thauwetter. Blauer Himmel.
		3 A	107	0,261	325,3	+5,5	74	38	64	+2,5	Blauer Himmel.
25		4 A			320,8	+ 8	77	41	72	+ 4	Thauwetter. Blau.
		11 A	107 ¹ / ₂	0,260	321,2	+ 4	79	42,7	66		Bedeckt.
26		8 A	106	0,264	323,2	+ 3	87,5	54	70	± 0	Thanwetter. Weniger bedeckt.
27		3 A			325,2	+4,5	79	42,7	67	+ 1	Sturm. Ein wenig Schnee. Durch die Wolken her- vorscheinendes Blau.
		10 A	106	0,264	325,8	± 0	86,4	52	65		Blauer Himmel.
28		6 A	107	0,261	325,9	+ 3	79	42,7	64	+1,5	Zerstreute Wolken.

M ä r z 1 7 9 8.

1	10 M	105	0,267	326,2	+2	65	30	51	+2	Blauer Himmel ungemein durchsichtig.
2	10 A	104	0,270	326,9	+2	83	46,2	66	+3	Blauer Himmel, eben so durchsichtig.
3	8 M			326,8	+4,7	80	43,6	69	+1	Blauer Himmel.
	3 A	101	0,278	326,7	+8	70	34,5	65		Eben so.
4	9 M	103	0,274	327,1	+2,5	79	42,7	63	+0,3	Einige sehr hohe Wolken.
	7 A	104,5	0,268	326,8	+3	88	55	73		Ein wenig bedeckt.
5	10 A	103,5	0,272	324,7	+6	76	40	67	+1,5	Dunkle Wolken. Dünste.
6	1 A	103	0,274	324,1	+8	90	59	84		Ein wenig Nebel. Sehr durchsichtig.

März Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit nach dem Hy- grometer des		Wirkliche Feuchtig- keit nach dem Saus- durch die Temper. verb. Hygr.	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels
						Saussure	Deluc			
7	3 A			323, 1	+ 9	80	43, 6	77	- 1	Sehr feiner Regen. Nicht durchsichtig.
	8 A	105	0,267	323, 2	+ 6,3	95	69, 7	87		Bedeckt. Dicke Wolken.
8	12 M	103,5	0,266	322, 9	+ 11	83	46, 2	86		Bedeckt.
9	9 M	105	0,267	323, 7	+ 4	95	69, 7	80	+ 1,8	Blau, aber Dünste.
10	12 M	105	0,267	321, 1	+ 10	74	38	74	+ 0,5	Blau, aber einige helle Wolken.
	9 A	106	0,264	320, 7	+ 6	80	43, 6	71		Bedeckt. Sehr feiner Regen.
11	11 M			318	+ 12,3	68	33	73		Eben so. Wind.
	1 A	106	0,264	317, 2	+ 11	70	34, 4	67		Eben so.
	3 A			316, 8	+ 12	74	38	68	± 0	Ungewitter in der Ferne, bedeckter Himmel.
	5 A			316, 3	+ 12	73	37	67	± 0	Sehr schwarze Wolken. Wind.
	6 A			316, 1	+ 9, 2	82	45, 6	80	± 0	Wohlriechender Regen.
	10 A	107,5	0,260	317, 2	+ 3	99	84, 5	81		Regen. Wind.
12	9 M			320, 7	+ 0,3	99	84, 5	72	+ 4,5	Schnee.
	5 A			320, 8	+ 1	93	65, 4	70	- 8	Hagel. Wind.
	9 A	104,5	0,268	320, 8	+ 4,3	73	37	62		Blauer Himmel.
13	6 A	102,5	0,275	322	± 0	84	47, 8	62	± 0	Blauer Himmel.
14	3 A	105	0,267	323, 7	+ 3	84	47, 8	68	+ 1	Ein wenig bedeckt.
15	4 A	103	0,274	323, 4	+ 8,5	72	36	64	+ 1,5	Blauer Himmel.
16	10 A	104	0,270	319	+ 5	80	43, 6	69		Es bilden sich Wolken.
17	12 M	103	0,274	314, 7	+ 13,5	70	34, 5	78	+ 0,8	Blauer Himmel.
	7 A	105	0,267	315, 2	+ 5	99	84, 5	85		Häufiger Regen.
18	9 M			314, 1	+ 2	98	80	76	+ 1	Schnee.
	10 M			313, 6	+ 6	86	50, 8	77		Die Wolken zerstreuen sich.
	3 A	104	0,270	312, 8	+ 5	83	46, 2	72		Ziemlich heiter.
	8 A			311, 6	+ 5	83	46, 2	72		Dicke Wolken.
19	8 M			314	+ 5	87	52, 5	75		Eben so.
	6 A	103	0,274	313, 9	+ 5	94	67	79	+ 1,5	Bedeckt. Sehr niedrige Wolken.
20	5 A	105	0,267	315, 5	+ 6	86	50, 8	75	± 0	Stärker bedeckt.
21	8 M	104,5	0,268	316, 2	+ 5	85	49	73	+ 0,5	Nebel. Dicke und niedrige Wolken.
22	1 M	105	0,267	316, 8	+ 4,5	90	59	76	± 0	Bedeckt. Sehr niedrige Wolken.
23	12 M			321	+ 5	90	59	77	- 1,5	Schnee in dicken Flocken, aber wenig.
	10 A	104,5	0,268	321, 8	+ 5	87	52, 5	75		Nebel.
24	10 A	105	0,267	322, 3	+ 4	82	45, 6	68	± 0	Bedeckt, sehr niedrige Wolken.
25	12 A	103	0,274	320, 8	+ 1	90	59	70	+ 1	Völlig blauer Himmel.
26	9 M			320	- 1	98	80	71	+ 2,8	Dicker Nebel.
	11 A	102,5	0,275	318, 2	+ 4	78	41, 8	66		Blauer Himmel. Wind.
27	10 A	107	0,261	318, 2	+ 3	97	74	78	+ 3	Schnee, Regen, Wind.

Tag	Stunde	Eudiometer	Sauerstoff- gehalt in Tausend- theilen nach einer Näherungs- form. aus- gedrückt.	Barometer	Thermome- ter	Beobachtete Feuchtig- keit, nach dem Hy- grometer des		Wirkliche Feuchtig- keit nach dem Sauss. durch die Tempera- tur verbes. Hygr.	Elektrome- ter	Ansicht des Himmels.
						Saussure	Deluc			
28	7 A	105,5	0,265	318,2	+ 3	99	83	81	+ 3,8	Ein wenig Schnee, der im Fallen schmilzt.
29	9 M								- 8	Hagel und Schnee gemischt.
	3 A	104	0,270	317,1	+ 5	75	39	63		Die Wolken theilen sich, der Himmel wird blau.
	10 A			317	+ 3	85	49	69		Ganz bedeckt. Schnee.
30	11 A	108	0,259	317,1	+ 2	99	84,5	79	+ 0,5	Bedeckt, häufiger Schnee.
31	11 M				+ 3,2				- 1,2	Hagel und Schnee.
	10 A	107	0,261	317,7	+ 5	88	55	76		Dickes Gewölk.

A p r i l 1798.

1	11 A	106	0,264	321,3	+ 4	87	52,5	73	+ 1	Dickes Gewölk.
2	11 M			322	+ 5	68	33	58		Weniger bedeckt.
	3 A			321,4	+ 3	68	33	56	+ 2	Blauer Himmel.
	11 A	104	0,270	321	+ 1	68	33	51		Blauer Himmel.
3	10 M	102	0,276	320,7	+ 7	65	29	58	+ 1,8	Blauer H. Wind, sehr durchsichtig.
4	10 M	104,5	0,269	320,2	+ 7	78	41,8	71	+ 0	Bedeckt, stürmisch, sehr niedrige Wolken.
	9 A			320,7	+ 8	83	98,5	79	+ 0	Eben so.
5	8 M			320,7	+ 10	78	41,8	78		Bl. H. Wind.
	12 M				+ 17	63	29	75	+ 1	Bl. H.
	10 A	103	0,274	320,8	+ 9,5	79	42,7	80		Bl. H.
6	9 M			321,7	+ 18	69	34	85	+ 0	Bl. H. Sonnenstärke um Mittag 4°
	10 A	103	0,274	323,5	+ 9	79	42,7	77		Bl. H.
7	9 M	103	0,274	324,5	+ 13	76	40	69	+ 0	Bl. H.
*9	10 M			320	+ 14	75	39	85		Bl. H. mit einigen Wolken.
	4 A			319,3	+ 16	67	93,7	77		Mehr bedeckt.
	5 A			319,1	+ 13	79	42,7	85		Bedeckt.
	10 A			320,5	+ 8	91	60,5	84		Sehr bedeckt.
*10	9 M			320,1	+ 18	86	50,8	81		Eben so.
	4 A	106	0,264	320,1	+ 8	79	42,7	75		Weniger bedeckt.
	10 A	105	0,267	320,5	+ 1	90	59	70		Bl. H.
*11	9 M	105	0,267	320,7	+ 2,5	82	45,6	69		Eben so.
	3 A			320,5	+ 1	67	32	53		Eben so.
*12	11 M	103	0,274	319,3	+ 9	48	19	46,8		Bl. H. Wind.
*13	6 A			319,1	+ 6,2	65	30	57		Eben so.
*14	7 M	102	0,276	318	+ 2	91	60,5	71		Eben so. Der Schnee schmilzt auf den hohen Alpen.
*16	8 M	102	0,276	316,2	+ 9	79	42,7	76		Eben so.
	2 A			314,8	+ 17	56	24	69		Eben so.
	8 A			314,6	+ 9	78	42	75		Eben so.
	10 A			314,2	+ 8	78	42	72		Eben so.
*17	10 M	101,5	0,277	313,6	+ 14,2	68	33	76		Eben so.

vorhanden. Wie verhielt sich bei diesen plötzlichen Veränderungen die chemische Beschaffenheit des Luftkreises? In welcher Verbindung steht sein Sauerstoffgehalt mit der Bildung von Nebel, Regen und Schnee? An theoretischen Vermuthungen über diese Gegenstände fehlt es nicht. Die Herren Monge, Girtanner und Mayer haben die scharfsinnigsten Ideen darüber geäußert. Bei Problemen aber, die mit dem Leben der Thiere und Pflanzen in so inniger Verbindung stehen, bei Erscheinungen, über die zahllose Experimente angestellt werden können, darf die Erfahrung allein entscheiden. Von einem elastischen Medium umgeben, gleichsam auf dem Boden des grenzenlosen Luftmeeres, werden unsere Organe von jeder Veränderung dieses Mediums afficirt. Die meteorologischen Instrumente können allein den Totaleindruck zerlegen, den wir empfangen.

Ich hatte längst gewünscht, die Arbeit zu unternehmen, welche ich itzt dem Publikum übergebe. Sollte sie aber einiges Licht über die atmosphärischen Veränderungen verbreiten, so musste sie an einem Orte mehrere Monate lang ununterbrochen fortgesetzt werden, und die Resultate von wenigstens tausend Beobachtungen erhalten. Es schien mir nicht hinlänglich, den Sauerstoffgehalt des Luftkreises zu bestimmten Stunden des Tages, wie man hier und da bisher gethan, sondern dann zu prüfen, wann eben wichtige meteorologische Veränderungen vorgingen. Eine solche Prüfung setzt aber eine Lage voraus, in der das Auge fast ununterbrochen auf die Wolkenregion geheftet seyn konnte, eine

Lage, in der der Beobachter die chemische Untersuchung des Luftkreises zu seinem Hauptgeschäft machen konnte. Dazu glaubte ich meinen Plan erst dann gehörig ausführen zu können, wenn ich den Sauerstoffgehalt der Athmosphäre mit ihrer Elasticität, Temperatur, Feuchtigkeit, Elektricität und Durchsichtigkeit zu vergleichen im Stande wäre. In den vortreflichen Arbeiten, welche die Herren Pickel, Landriani, Lampadius, Van Breda und Scheerer geliefert, ist eben diese gleichzeitige Beobachtung aller Instrumente zu vermissen. Und doch muss das Zusammenwirken der Kräfte immer das höchste Ziel aller Naturforschung bleiben.

Als mich die politischen Unruhen in Italien im verflossenen Herbste veranlassten, mich viele Monate hindurch in Salzburg aufzuhalten, so bot mir dieser Aufenthalt die erwünschteste Gelegenheit dar, eine Arbeit über den Luftkreis zu beginnen, an der mich mein wanderndes Leben unter andern Verhältnissen wohl noch lange gehindert haben würde. In der sichern Hoffnung, mich mit allen meinen Instrumenten bald in einen andern südlicheren Welttheil zu begeben, um dort den Einfluss einer kräftigern Sonne auf die organische Schöpfung zu prüfen, schien es mir ungemein wichtig, vorher in der gemäßigten Zone eine Reihe von Versuchen sorgfältig anzustellen, welche jenen Künftigen zur Vergleichung dienen könnten. Bei allen physikalischen Arbeiten ist es ungemein wichtig, Resultate aufzustellen, welche von einem und demselben Experimentator, und mit einerlei Werkzeugen erhalten worden sind.

Da der Sauerstoffgehalt, die Temperatur, Feuchtigkeit, Elasticität, ja alle meteorologischen Verhältnisse des Dunstkreises sich in Zahlen ausdrücken lassen, so habe ich es der Uebersicht wegen am bequemsten gehalten, alle Beobachtungen in Tabellen zusammen zu drängen. Die Tage selbst, an denen die Athmosphäre geprüft ward, sind nur 146. Wenn man aber bedenkt, dass diese Tage gerade diejenige Jahrszeit ausfüllen, in welcher die Luftbeschaffenheit den wichtigsten Veränderungen unterworfen ist, wenn man bedenkt, dass zu jeder einzelnen Beobachtung (davon über tausend in den Tabellen enthalten sind) die vorzüglichsten Instrumente angewandt wurden; so kann man dieser mühevollen Unternehmung wohl nicht das Verdienst absprechen, uns der Kenntniss des Luftkreises um einige Schritte näher gebracht zu haben. Ich fühle nur zu sehr, wie manche Lücke noch auszufüllen, wie wichtig und nothwendig es überhaupt wäre, eben so viele Jahre lang zu beobachten, als ich es Monate hindurch that, aber ich kenne auch so gut, als irgend einer, der sich je an eine ähnliche Arbeit gebunden hat, wie schwierig es ist, täglich dem Gange vieler Instrumente zu folgen und eine grosse Zahl wahrhafter Zahlen zu liefern. Vielleicht würde ich selbst diese Schwierigkeit nicht mit gleicher Geduld überwunden haben, wenn mich nicht einer unserer ersten deutschen Geognosten, dessen lehrreichen Umgang ich ununterbrochen in Salzburg genoss, Herr von Buch, mit thätiger und aufmunternder Hülfe unterstützt hätte.

Die Tabellen, welche diesem Aufsatze beige-fügt sind, enthalten alles, was den Physiker interes-siren kann. Sie enthalten eigentlich mehr, als ich selbst in ihnen wahrnehme. Denn das Eigenthüm-liche ähnlicher Beobachtungen ist es, dass sie als Materialien zu einem grossen Gebäude dienen, des-sen Plan noch nicht entworfen ist, ja dass ein scharfsichtiger Leser, da Ordnung und Ueberein-stimmung in ihnen findet, wo der Experimentator selbst nur Gesezlosigkeit zu bemerken glaubt. In allen Wissenschaften, die nur durch eine grosse An-zahl sorgfältig gesammelter Erfahrungen begründet werden können, kommt es darauf an, den relativen Werth dieser Erfahrungen nach allen ihren Neben-verhältnissen zu prüfen. • Dieser Grundsatz macht es mir zur Pflicht, alle Umstände genau anzugeben, unter denen jene Untersuchung des Luftkreises an-gestellt worden ist. Eine solche Angabe ist bei weitem wichtiger, als die Resultate, welche ich aus meinen Zahlen zu ziehen wage. Den Werth, oder die Richtigkeit eines Zahlenverhältnisses ist kein Physiker zu prüfen im Stande. Nur der, welcher die Beobachtung angestellt, weiss wie er dabei ver-fahren. Darüber ist er dem Publikum Rechen-schaft schuldig. Die Zuverlässigkeit eines Resultats hingegen beruht auf logischen Schlüssen. Wo die einzelnen Data angegeben sind, kann der Leser selbst den Grad der Gewissheit beurtheilen. Die Physik wird nicht eher grosse Fortschritte machen, als bis die Physiker mit Zahlen eben so gewis-senhaft umgehen, als es die Astronomen seit Jahrhunderten thun und die Chemiker zu thun an-fangen.

Die zahlreichen Versuche über den Luftkreis, welche in den folgenden Tabellen enthalten sind, wurden alle (wenigstens*) bis zum 7ten April) in einem Garten an der südlichen Seite der Stadt Salzburg angestellt. Kaum ist es möglich, eine Gegend der Erde zu finden, welche mehr zu physikalischen Beobachtungen anreizen, und ihre Ausführung zugleich mehr begünstigen könnte, als diese Ebene am Fusse des Hohenstauffen und Untersbergs. Ein weites von den Winden gereinigtes Thal ist von 4-5000 Fuss hohen Alpen umgeben. In wenigen Stunden kann man sich von den niedrigen mit Buchen und Ahorn beschatteten Hügeln in eine Region begeben, wo Moos und Flechten mit ewigem Schnee bedeckt sind. In demselben Augenblick, wo ein Beobachter den Sauerstoffgehalt, oder die elektrische Ladung des Dunstkreises auf den Gipfel der Alpen prüft, in demselben Augenblick kann ein zweiter Beobachter, der jenen mit dem Fernrohr folgt, denselben zur Vergleichung nöthigen Versuch, im Thale anstellen. Die höchsten Alpen werden im Sommer fast täglich von Hirten und Gemsjägern besucht. Ein Physiker kann sich daher hier, so oft er will, aus, 2, 3, 4 bis 8000 Fuss hohen Regionen Luft verschaffen. Die Thäler, fast alle ehemalige Seeboden und also wagrechte Flächen, bieten zu jeder Jahreszeit; die jezigen Seen im Winter, wenn sie mit Eis belegt sind, die herrlichste Gelegenheit zu trigonometrischen

*) Die mit Strichen bezeichneten Beobachtungen vom 9ten bis 17ten wurden zu Berchtesgaden angestellt.

Messungen dar. Von einer und derselben Basis, aus welcher mein vortreflicher Freund, Pater Schiegg auf dem Moos am Untersberg gemessen, konnte ich zugleich Triangel an vier bis fünf der vornehmsten Bergspitzen anlegen. Nirgends sind Höhen mit so grosser Genauigkeit und zugleich so schnell zu messen. Welche schöne Gelegenheit also, die von Shuckburgh und Roy angefangene Arbeit fortzusetzen und die Trembleysche Formel durch sorgfältig gesammelte Erfahrungen zu berichtigen. Wenn es gegründet ist, dass das Lokal von Genf einen grossen Antheil an den wichtigen Fortschritten hat, welche die Physik an diesem Orte gemacht, so scheint Salzburg nicht minder von der Natur bestimmt zu seyn, einst unter begünstigenden politischen Verhältnissen, die Schule deutscher Physiker zu werden.

Die geographische Breite des Orts habe ich mittelst eines zwölfzölligen Sextanten von Wright und eines siebenzölligen von Adams

47° 48'

gefunden. Bisher wurde sie 47° 44' selbst minder angegeben. (S. Schrämbels Nachstich von den d'Anvillischen Karten und Bernouilli's Reise B. 12. S. 195). Genauere Resultate, die ich aus Sonnen- und Sternhöhen gezogen, sind in Herrn von Zachs geogr. Ephemeriden enthalten. Die Länge von Salzburg ist nach den Karten 30° 39'. Die Höhe über dem Meere 1302 Fuss.

Die Luft wurde im Garten selbst gesammelt. Da die Nähe eines Grabens Verdacht erregen kann-

te, so habe ich mehrmals jene Gartenluft mit der auf dem Mönchsberg, oder auf freiem Felde, fern von der Stadt gesammelter verglichen, aber nie einen bemerkbaren Unterschied gefunden. Jede Zahl, welche den Sauerstoffgehalt ausdrückt, ist das Resultat von wenigstens 3 - 5 Versuchen. So oft 2 Versuche über einen halben Grad von einander abwichen, wurde die Operation wiederholt, bis die erwünschte Gleichmässigkeit erfolgte. Die Untersuchung selbst geschah im Fontanaschen Eudiometer, aber nach der Methode, welche in meiner Abhandlung über das Salpetergas enthalten ist, und welche eine Gewissheit von wenigstens 0,003 (oft, wenn die Versuche bis auf $\frac{1}{2}$ Grad harmoniren, von 0,0015) Oxygen geben. Alle Zahlen gründen sich auf die mit Salpetergas, schwefelsaurem Eisen und oxigenirter Kochsalzsäure angestellte Versuche. Ich zweifle nicht, dass mit genauerer Kenntniss des Azotes, auch die eudiometrische Untersuchung des Luftkreises grosse Fortschritte machen wird. Für jetzt aber hatte ich mich durch die Vergleichung mit andern Methoden, und durch die, mit Herrn Vauquelin, Guyton und Tassaert gemeinschaftlich angestellte Arbeit überzeugt, dass die gewählte Luftprüfung die zuverlässigste ist. Die Zahlen, welche die dritte Kolumne enthält, bezeichnen übrigens das Volumen der von 200 Theilen übrig gebliebenen Luftmenge.

Das wichtigste Resultat, welches ich aus meiner Untersuchung über den Sauerstoffgehalt des Luftkreises gezogen, ist folgendes: wenn bei trübem Wetter sich die Dünste auflösen, die Wolken ver-

schwinden und sich des Himmels Gewölbe blau färbt, so nimmt meist die Sauerstoffmenge des Luftkreises zu. Sie nimmt dagegen meist ab, wenn am blauen heitern Himmel das Cyanometer vom 20sten Grade in den 7ten oder 6ten übergeht, wenn Regen- oder Schneewolken sich bilden. Schlackiges Wetter, besonders Hagel mit Schnee gemischt, kündigt die geringste Sauerstoffmenge an. Beim Nebel mit starker negativer Elektrizität, in dem die Wasserdünste sich auflösen, ist die Luft sehr reich an Oxygen. Das Schmelzen des Schnees, bisweilen selbst das Fallen eines grossflockigen, leicht zergehenden Schnees, verbessert den Luftkreis. Eine ähnliche Verbesserung wird häufig bei den, im Frühjahr gewöhnlichen wohlriechenden Strichregen bemerkt, bei welchem die Elektrizität häufig aus der positiven in die negative übergeht.

Ein Blick auf die Zahlen, welche in der Tabelle zusammengedrängt sind, wird diesen Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt des Luftkreises und der Bildung und Auflösung concreter Dunstbläschen bestätigen. Im Anfang des Februar z. B. wechselte vom 1sten bis 3ten Schnee mit Regen ab. Der Sauerstoffgehalt war bis 0,267 herabgesunken. Am 3ten Abend lösten sich die dicken Wolken auf. Schon um 10 Uhr Abends funkelten die Sterne an der blauen Decke. Auch hatte die Sauerstoffmenge um 0,007 zugenommen. Am 4ten war diese Zunahme noch sichtlicher. Das Eudiometer stieg bis 0,284. Aber schon fingen in den obersten Regionen sich Wolken zu bilden an und 6

Stunden später, fand ich bereits, da alle Himmelsbläue verschwunden war 0,012 weniger Sauerstoff. Dieser Verlust kündigte nahen Regen, Tropfbarwerden der Dunstbläschen an. Um 10 U. Abends war Sturm und Regen. Ich lief an den pneumatischen Apparat und fand noch 0,005 weniger, nemlich 0,267 Sauerstoff. In der Nacht vom 4ten zum 5ten lösten sich die Dünste plötzlich auf. Um 8 Uhr Morgens fand ich die Wolken getrennt und die Himmelsbläue war bereits zwischen ihnen sichtbar. Auch hatte der Luftkreis um 0,015 Sauerstoff zugenommen. Der Wind schien überdies noch reinere Luftschichten herbei zu führen, da auf den Höhen der Schnee schmolz. Denn als am Abend sich der Wind legte, fand ich statt 0,282 nur noch 0,272. Doch bildeten sich auch bereits Dünste in Westen. Am 6ten grosse Durchsichtigkeit der Luft bei dickem Schneegewölke, Abends Regen und nur noch 0,264 Sauerstoff. Am 7ten erschien Himmelsbläue zwischen dem Gewölk, Das Eudiometer stieg um 0,003. Aber er sank bis zum 11ten da Schnee und Regen abwechselten, bis 0,259, also um 0,008 herab. In der Nacht vom 11ten zum 12ten verschwanden alle Wolken. Die schönste Himmelsbläue erschien und ich konnte schon am frühen Morgen correspondirende Sonnenhöhen nehmen. In 16 Stunden hatte die Luft um 0,013 Sauerstoff zugenommen. Sie war jetzt 0,272. Abends und am 14ten Morgens wieder Schneegewölk. Eudiometer: 0,262. Abends lösten sich alle Dunstbläschen auf. Himmelsbläue bis zum 17ten. Die Sauerstoffmenge 0,284, also um 0,022 grösser. Am 17ten Abends bildeten sich Wolken. Die Bläue

verschwand und doch sank der Sauerstoffgehalt nicht bloss nicht herab, sondern stieg noch bis 0,285. Diese Ausnahme würde mich noch mehr gewundert haben, wenn bei der Wolkenbildung nicht ein starker Wind geherrscht hätte, der bei dem allgemeinen fortwährenden Thauwetter reine Luftschichten herbeiführte. Zwei Ursachen wirkten hier einander entgegen. Der schmelzende Schnee verbessert die Luft, während dass die Wolkenbildung sie verschlechtert. Ist die erste Ursach überwiegend, so kann das Eudiometer eine fortwährende Zunahme des Sauerstoffs auch bei sich bedeckenden Himmel verkündigen. Am 18ten dicker Nebel, in dem sich dunstbläschen bei starker Electricitäts-Entbindung bilden und auflösen. Eudiometer 0,290. Abends etwas Regen und 0,03 Sauerstoff weniger. Am 19ten Schnee. Das Eudiometer sinkt von 0,287 auf 0,272 herab. Am 20sten hat die Schneebildung gar nur 0,265 übriggelassen. Aber am 21sten erscheint Himmelsbläue und mit wieder 0,274, ja am 22sten bis 0,278 Sauerstoff.

Um diese Aufzählung so einfacher Thatsachen nicht zu verlängern, begnüge ich mich, in den andern Monaten blos die Lage anzugeben, welche die merkwürdige und (so viel ich weiss) noch nicht beobachtete Verbindung zwischen dem Sauerstoffgehalt des Luftkreises und der Schnee- und Regenbildung erwiesen. Im November: der 18te 19. 22. 23. 25. Im December: 3. 6. 7. 8. 12. 18. 21. 22. 24. 25. 26. 29. 30. 31. Im Januar: 1. 2. 3. 5. 6. 7. 8. 12. 17. 18. 19. 20. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. Im Februar: Vom 1ten bis 17ten, vom 18ten

bis 23sten. 25. 26. 27. 28. Im Merz: 1. 2. 3. 4. 7. 8. 10. 11. 12. 14. 15. 16. 17. 20. 21. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. Im April: 2. 3. 4. 5. 10. 14. 16. 17. In den 189 Malen, welche ich den Luftkreis prüfte, habe ich nicht viel über 6 Tage (den 20sten Nov., 4ten 10 und 11ten Januar, 24sten Februar und 19ten Merz) bemerkt, welche dem aufgefundenen Gesetze zu widersprechen scheinen. Eine solche Gleichförmigkeit der Erscheinungen ist gewiss sehr auffallend, um so auffallender, da in dem unermesslichen Laboratorium des Luftkreises so viele Kräfte wirken, deren Existenz wir kaum ahnden. Bei völlig heiterm blauen Himmel kann der Sauerstoffgehalt des Luftkreises abnehmen, ohne dass sich weder Schnee - noch Regenwolken bilden. Deuten nicht Herrn Read's Versuche auf einen Zusammenhang zwischen Oxygen und Elektricität? Hat man eine Ursach der Zu- und Abnahme des Sauerstoffs errathen, so darf man darum bei so verwickelten und grossen Erscheinungen nicht alles auf diese Ursach zurückführen.

Ist es demnach durch meine Versuche sehr wahrscheinlich geworden, dass bei Bildung der Wolken, Sauerstoff gebunden wird, so fragt sich, wie man sich diese Bindung vorstellen solle? Ich bin weit davon entfernt, diese Frage apodiktisch beantworten zu wollen. Aber ich glaube auf zwei Thatsachen aufmerksam machen zu müssen, welche mit der Regen- und Schneebildung unmittelbar zusammenhängen und von denen die eine leicht übersehen wird. In 6 Unzen Wasser sind 5 Unzen oxygenirte Luft enthalten. Wenn sich da-

her unter Mitwirkung der athmosphärischen Electricität Wasser im Luftkreise bildet, wenn es aus luftförmigen Stoffen zusammengerinnt, so muss der Sauerstoffgehalt des Luftkreises abnehmen. Diese Art der Abnahme tritt aber vielleicht weit seltner ein, als die, welche der blosse Niederschlag aufgelöster Dunstbläschen bewirkt. Ausser dem Oxygen nemlich, welches im Wasser mit dem Hydrogen chemisch gebunden ist, enthält das athmosphärische (Schnee- und Regen-) Wasser, auch freies Oxygen, dessen für die Pflanzen-Physiologie wichtige Existenz durch die Versuche der Herrn von Breda und Hassenfratz und durch die meinigen hinlänglich erwiesen zu seyn scheint. Dieses Oxygen kann dem Wasser ohne Wasserzerlegung entzogen werden. Es ist theils in seinen Zwischenräumen enthalten, theils in denselben, wie die Kohlensäure, chemisch aufgelöst. Wenn die Luft in den Zwischenräumen des Brunnenwassers kaum 0,17 Oxygen enthält, so ist in denen des Schnee- und Regenwassers bis 0,40 enthalten. Sollte daher nicht bei Bildung der Regen- und Schneewolken eine Verminderung des Sauerstoffgehalts der Athmosphäre bloss dadurch erfolgen, dass sich bei der Entstehung der Dunstbläschen, indem sich Wasser aus der Luft niederschlägt, Oxygen in diesem Wasser auflöst? Schliessen die Dunstbläschen selbst nicht vielleicht eine oxygenreichere, aber verdünnte Luft ein? Sind sie nicht durch kleine Athmosphären, die aus einer reinern Luft bestehen, von einander ge-

trennt? Wenn die Wolken sich auflösen und die Dunstbläschen verschwinden, so wird dem Luftkreise der Sauerstoff wiedergegeben, welchen das Wasser vorher aufgelöst enthielt. Ein wolkenfreier blauer Himmel kündigt daher eine oxygenreiche Luft an; eine noch reichere, aber oft der Nebel, weil wir während desselben gleichsam die Athmosphären der Dunstbläschen zerlegen. Am 18ten Februar zeigte das Eudiometer 0,29 Sauerstoff an. Die oxygenreichste Luft fand ich demnach in dem dicksten Nebel. Werden dagegen im Nebel mehr Dünste tropfbar, als sich wiederum auflösen, so ist die Sauerstoffzunahme nicht merklich, ja es erfolgt bisweilen sogar (19 Nov. 13 Dec.) Abnahme, weil der Nebel in eine Art Regen ausartet. Diese letztern Erscheinungen können indess erst durch eine grosse Menge von Beobachtungen ergründet werden. Denn schon das Elektrometer zeigt uns, welche Verschiedenheiten zwischen zweien gleich nebelichten Tagen statt finden. An dem einen wechselt starke positive und negative Electricität mit einander ab, an dem andern ist blos eine schwache positive Electricität bemerkbar. Leider! habe ich den diesjährigen Herbst in dem südlichen Frankreich zugebracht, wo der heitere Provençaler - Himmel mich gehindert, jene Untersuchungen über den Nebel fortzusetzen.

Desto mehr haben alle meine zu Paris im Sommer angestellten Versuche die Thatsachen bestätigt, dass bei der Bildung von Regenwolken der Sauerstoffgehalt des Luftkreises abnimmt. Bei Gewitterregen habe ich diese Abnahme bis zu 0,02

beobachtet. Hier war wahrscheinlich eine wirkliche Zusammensetzung des Wassers aus Luft wirksam. Alles scheint meine schon ehemals geäußerte Vermuthung zu bestätigen, dass das Wasser einen weit grössern Einfluss auf den Sauerstoffgehalt des Luftkreises, als die Vegetation, hat. Die Winterluft ist sauerstoffreicher, als die Sommerluft, das vegetationsleere aber verdunstende Meer reicher, als der Continent. Der Sauerstoffgehalt des Luftkreises scheint hauptsächlich mit den verwickelten und für den Physiker geheimnissvollen Prozessen der Wasserzersetzung und Wasserbildung, der Wasserauflösung und Wasserabscheidung zusammenzuhängen. Wie wichtig für alle athmende Geschöpfe ist daher die wundersame Eigenschaft der Luft, selbst tief unter dem Eispunkt Wasser aufzulösen, so wohl Wasser*), welches das Hygrometer afficirt, als Wasser in Gestalt von Dunstbläschen.

Schnee und Eis verdünsten selbst bei -3° Reaum. Schneewasser ist ein oxygenirtes (daher so schnell bleichendes, Pflanzen befruchtendes) Wasser. Fällt der Schnee in grossen Flocken, die im Fallen schmelzen, so gewinnt die Luft bisweilen, während des Schneiens schon einen Theil des Sauerstoffs wieder, den sie bei der Schneebildung verlor. Merklicher ist dieser Gewinn noch beim Thauwetter. Doch erreicht während desselben die Luftgüte schnell ihre Grenzen. Sobald der Erdboden (die Dammerde, der Letten . . .) entblöst ist, fängt er

*) *Seaussure Essay d'Hygrometrie 1783. p. 124.*

an, auf die unteren Luftschichten zu wirken und sich zu oxigeniren. Es geht dann der Process vor, den ich in der Abhandlung über die reinen Erden geschildert. *) Oft ist die luftverbessernde Eigenschaft des Schneesmelzens auch deshalb nicht merklich, weil sich während desselben dicke Wolken bilden und die Himmelsbläue verschwindet. Im Frühjahr und bei hohen Gebirgen, deren Gipfel über die Schneegrenze hinaus reicht, kann das Thauen des Eises und Schnees auffallende Erscheinungen veranlassen. Die obere Luft, welche viele Monate hindurch sauerstoffärmer, als die untere gefunden ist, kann plötzlich sauerstoffreicher werden, wenn im Thal bereits die feuchte Erde entblösst, auf dem Gipfel aber der Schnee im Schmelzen ist. Herr von Buch mass am 18ten Dec. den Geisberg. Er sammelte (in 3890 Fuss Höhe) um 12 Uhr Luft, indem ich die im Thale um 11 Uhr 39 Minuten analysirte. Die Bergluft war, wie man es von einem so vortreflichen Beobachter erwarten konnte, so gut gestöpselt, dass das Wasser, bei der Oefnung der Flasche im pneumatischen Apparate 4-5 Linien hoch eindrang. Thalluft 0,262 Sauerstoffgehalt. Bergluft 0,236. Also ein Minus von 0,026 Oxygen. Himmelblau mit einzelnen Wolken. Kein Wind. Am 30sten Januar wagte es H. von Buch abermals, trotz des tiefen Schnees, mit vieler Gefahr den Geisberg zu besteigen. Er drang vor, bis 60 Toisen unter dem Gipfel, und sammelte

L 3

*) S. weiter unten die Abhandlung über die Oxydation der Erden.

dort Luft. Oben stand das Thermometer im Schatten auf $8^{\circ},5$ Reaum. unten $0^{\circ},5$. Oben thauete der Schnee, da die Sonnenstrahlen (deren Stärke 10° war) ungehindert auf den kahlen Felsen fielen. Bergluft 0,261. Thalluft 0,274. Also wegen des Schneeschmelzens auf dem Berge nur ein Minus von 0,007 Oxygen. Am 4ten Merz bestieg ich den Geisberg, um für die Militärkarte meines Freundes, des Oberst v. Riedel, den Chiemser und Traunstein durch Dreiecke mit den Salzburger Gebirgen am Pass Lueg zu verbinden. Auf dem Gipfel war das Thermometer im Schatten $8^{\circ},7$, in der Sonne 14° . Sonnenstärke $5^{\circ},3$. Elektrizität $\dagger 3,5$ Linien. Hygrometer 72° Sauss. Bergluft 0,264. Thalluft 0,273. Also da auf dem Gipfel der Schnee heftig aufthaute, oben nur ein Minus von 0,009 Oxygen. Am 11ten Merz holte Herr von Buch Luft vom Geisberg. Der Schnee schmolz noch immer, und ein milder Südwest (zu 11°) trieb Luftschichten von den höchsten Schneealpen über den Geisberg weg. Nun war die Bergluft der Thalluft gleich. Ich fand beide zu 0,264 Oxygen. Der Herr v. Utzschneider zu Berchtoldsgaden, der so nahe am zweihornigen Waizmann, einem der höchsten deutschen Gebirge wohnt, hat sich vorgenommen, diese Vergleichung zwischen der Berg- und Thalluft nach Verschiedenheit der Jahreszeit fortzusetzen.

So wie man an jedem Orte angeben kann, welches die äussersten Punkte sind, zu denen das Barometer steigt und herabsinkt, so scheint mir eine ähnliche Angabe auch für den Sauerstoffgehalt des Luftkreises überaus wichtig. Vom November

bis April 1797 habe ich zu Salzburg diesen Gehalt bis 0,290 steigen und bis 0,236 herabsinken sehen. Die oxygenreichsten Tage waren am 27 Januar und am 18 Februar, einmal bei schönem blauen Himmel und das andere Mal im dicksten Nebel. Der Luftkreis schwankte also wirklich zwischen 0,054 Oxygen, oder 19 Fontanaschen Graden, und ist keinesweges (wie man so oft in physikalischen und chemischen Schriften findet) stets zwischen 0,27 und 0,28 Oxygen. In 144 Tagen, die ich beobachtete, sah ich die Luftgüte nur siebenmal über 0,281 steigen. Der mittlere Sauerstoffgehalt war

im November . . .	0,256
December . . .	0,268
Januar	0,275
Februar	0,272
Merz	0,269
April	0,272

oder in allen 6 Monaten zusammen genommen

0,268.

Nach den bisher gangbaren Ideen vom Sauerstoffgehalt des Luftkreises, scheint diese Quantität von kaum $\frac{27}{100}$ gewiss gering. Aber ich zweifle, dass es viele Orte im gemässigten Himmelsstriche giebt, in denen der mittlere Sauerstoffgehalt bis 0,275 steigt. Wenn man voraussetzt, dass die Herren Ingenhouss, Fontana, Scheerer, Lichtenberg, Pickel und Vanbreda mit einem Salpetergas gearbeitet haben, in dem die oxygenirte Kochsalzsäure

Luft und die Auflösung von schwefelsauren Eisen nicht über 0,15 Azote entdeckt haben würden, so scheint die mittlere Luftglüte von

Wien	0,261	Oxygen
Göttingen .	0,266	—
London . .	0,269	—
Florenz . .	0,253	—
Delft	0,270	—

zu seyn. Aber diese Voraussetzung ist ziemlich willkürlich und ausser dem Salpetergas müsste auch (um die Fontanaschen Grade nach meiner Methode in Tausendtheile zu verwandeln) das Wasser untersucht werden, womit jene berühmten Physiher arbeiteten und welches nicht destillirtes Wasser war. Bei einem Versuche, wo es auf so kleine Nebenumstände ankommt, kann jeder Experimentator nur von seinen eigenen Zahlen Rechenschaft geben.

Eben der Umstand, dass die Athmosphäre auf dem Continent nur zwischen 5 bis 6 Hunderttheilen Oxygen schwankt, zeigt, wie wichtig es ist, die Luft bis auf 0,003 mit Sicherheit zerlegen zu können. Nur da, wo die Verschiedenheiten zwischen zweien Angaben kleiner als 0,003 sind, glaube ich, dass die Verschiedenheit von einer Unvollkommenheit im Experimentiren herrühren kann. Nach diesen Betrachtungen wird man sich auch nicht wundern, wenn man z. B. bei Bildung des Schnees den Sauerstoffgehalt nur um 0,013 vermindert sieht. Diese Verminderung ist verhältnissmässig eben so beträchtlich, als wenn man unter den Wendekreisen das

Barometer um 0,4 einer Linie steigen sieht. Dazu muss man bei Betrachtung des ab- oder zunehmenden Sauerstoffgehalts immer nur einen Zustand des Luftkreises mit dem kurz vorhergehenden vergleichen, und nicht fordern, dass, so oft die Wolken sich auflösen und des Himmels Gewölbe sich blau färbt, das Eudiometer 0,28 Oxygen anzeige.

Scheiden wir durch das Salpetergas wirklich allen Sauerstoff aus dem Luftkreise ab, oder bleibt ein Theil desselben zurück? Die Versuche, welche in meiner Abhandlung *) über die oxydirten Phosphorstickgase enthalten sind, lehren, dass das Salpetergas noch Sauerstoff in einem Azote entdeckt, welches durch Phosphor und Schwefelalkali bereitet ist. Kennten wir das Salpetergas, oder die Wirkung der reinen einfachen Erden nicht, so würden wir kein Mittel haben, uns von der Gegenwart des Oxygens im Rückstand des Phosphor-Eudiometers zu überzeugen. Vielleicht entdeckten wir bald einen Stoff, der durch grössere Ziehkraft, auch in dem durch Salpetergas bereiteten Stickgas noch Oxygen entdeckt, Viele Umstände machen es aber wahrscheinlich, dass eine gleiche Quantität Stickgas auch immer eine gleiche Quantität Oxygen zurückhält, oder verbirgt. Keine Abscheidung in der Natur ist ganz rein. Aber für unsere Untersuchungen ist es hinlänglich, richtige Verhältnisszahlen aufzufinden. Wie aber, wenn an zweien Tagen, an denen das Eudiometer 0,275 und 0,280 Oxygen anzeigt, der Sauerstoffgehalt des Luftkreises

*) S. d. 3te Abhandlung dieser Sammlung.

genau derselbe bliebe, und wenn die Verschiedenheit der Zahlen bloss darinn gegründet wäre, dass an dem einen Tage das Azote eine Fähigkeit hätte, mehr Oxygen zurück zu halten, (das heisst, dass Phosphor oder Salpetergas dem Stickgas weniger Oxygen entziehen) könnte? Als eine blosser Möglichkeit weiss ich dieser Idee nichts entgegenzusetzen. Doch glaube ich, dass selbst in diesem Falle Luftzerlegungen nicht minder interessant für die Meteorologie und Physiologie wären. Eine Quantität Oxygen, welche die säuerungsfähigsten Basen nicht abscheiden können, ist für den Process des Athmens so gut, als gar nicht vorhanden. Bei dem Ineinandewirken der Stoffe muss man alle Möglichkeiten betrachten. Unwahrscheinlich ist mir aber die zuletzt erwähnte, in mehr als einer Hinsicht.

Besteht der Luftkreis nur aus Sauerstoffgas, Stickgas und Kohlensäure? Wasserstoffgas wird bei mannichfaltigen Processen auf der Oberfläche der Erde gebildet und dem Luftkreise beigemischt. Wir kennen kein Mittel einen kleinen Antheil von Hydrogen im Stickgas zu entdecken. Könnte man wasserfreie Luftarten darstellen, so würden elektrische Schläge aus einem trocknen Stickgas kein Ammoniak abscheiden. Der Wassergehalt der Luftarten macht aber diese Prüfung sehr unsicher. Mir scheint es nicht bloss nicht unmöglich, sondern sogar sehr glaublich, dass alles athmosphärische Stickgas etwas Hydrogen enthalte. Herr Fourcroy, dem ich diese Idee mitgetheilt, pflichtet derselben bei. Es wäre sehr wichtig, ein Experiment zu ersinnen,

welches uns über die Reinheit des atmosphärischen Stickgases belehren könne. Durch chemische Ziehkräfte und Umhüllung kann das Azote eben so gut das specifisch leichter Hydrogen zurückhalten, als die schwere Kohlensäure, welche noch in den höchsten Luftschichten zu finden ist. Ist alles atmosphärische Azote mit Hydrogen gemengt, so kann unter Einwirkung der Electricität in jeder Luftschicht örtlich Wasser gebildet werden. Dass übrigens ein mechanisches Gemenge von 0,27 Oxygen und 0,73 Azote andere Erscheinungen giebt, als die (chemisch) gemischte atmosphärische Luft, und dass das freiere Athmen (die Luftgüte, nicht sowohl von der Menge von Sauerstoff, als vielmehr von der bald innigeren, bald lockeren Verbindung zwischen dem Oxygen und Azote abhängt, habe ich an andern Orten (in der Schrift über die gereinigte Muskelfaser und in der über die Grubenwetter) entwickelt.

Die fünfte Kolumne der Tabelle drückt den Barometerstand in französischen Linien (bei 10° Reaum.) aus. Der höchste war am 21 Jan. 328,8 Linien. Der tiefste am 18ten Merz 311,6 Linien. Abstand: 17,2 Linien. Herr von Buch, der mit den interessantesten Untersuchungen über die Elasticität der Luft beschäftigt ist, hat mir von Italien aus gemeldet, dass er in den Beobachtungen der entferntesten Oerter, eine wundersame Gleichzeitigkeit der höchsten und niedrigsten Stände bemerkt habe. Auf diese Nachricht habe ich bei meinem Aufenthalte zu Marseille, während ich daselbst auf ein nach Algier bestimmtes Schiff wartete, die vom H. Thulis, auf der Seesternwarte gesammelten meteo-

rologische Beobachtung, mit den meinigen vergleichen und ebenfalls eine grosse Uebereinstimmung im Steigen und Sinken des Barometers zwischen Salzburg und Marseille bemerkt. Auch an dem letztern Orte hatte das Barometer seinen höchsten Stand zwar nicht am 21sten Januar, aber am 20sten und 23sten Januar, wo es über 342 Linien hoch stand.

Vom 26 bis 29sten Januar schien der Sauerstoffgehalt mit der Elasticität der Luft abzunehmen. Auch das häufige Fallen des Barometers beim Regen (Van Swinden fand die mittlere Barometerhöhe von Franecker in den Regentagen 1778 um 2,6 Linien. 1779 um 1,7 Linien zu niedrig) könnte mit der Absorbtion des Sauerstoffs, während der Wolkenbildung zusammenhängen. Aber Poleni sah bei 1175 Regengüssen in 12 Jahren das Barometer nur 758 mal sinken, und unter den Wendekreisen, wo der Sauerstoffgehalt des Luftkreises gewiss auch varirt, verändert sich die Luftelasticität fast gar nicht. Man darf also nicht zu schnell auf einen unmittelbaren Einfluss der chemischen Luftbeschaffenheit auf den Barometerstand schliessen! Eben so wenig darf man annehmen, dass die Kälte, wie man zu sagen pflegt, die Luft reinigt. Ich habe im letztern Sommer zu Paris bei einer Wärme von 26° R. einen grossen Sauerstoffgehalt bemerkt. Im Winter nimmt derselbe beim Sinken des Thermometers nur in so fern zu, als mit grösserer Kälte häufig die Wolken verschwanden und der Himmel sich blau färbt. Herr von Buch hat beobachtet, dass das Thermometer während des Schneiens meist auf

Null steht. Doch giebt es sonderbare Ausnahmen dieser Regel, wie am 18ten und 23sten Merz. Ueberhaupt scheinen die chemischen Processe, welche beim Schneien vorgehen, eben so mannichfaltig und abwechselnd, als die beim Nebel zu seyn. Herr Senebier behauptet, einmal sehr unreine oxygenarme Luft in den Zwischenräumen des Schnees gefunden zu haben.

Die 7te, 8te und 9te Kolumne der Tabelle drücken Hygrometerstände nach dem Seaussurschen Haar- und Delucschen Fischbeinhygrometer aus. Beide Instrumente waren von vorzüglicher Güte und in den Fundamentalpunkten berichtigt. Da das Delucsche Hygrometer bei einer grossen Feuchtigkeit weit sensibler, als das Seaussursche ist, so wurde das letztere nicht mehr gebraucht, wenn es über 85° zeigte. Die Reduction der einen Skala auf die andere geschah nach der vom Herrn Deluc mitgetheilten Tabelle. Die 9te Kolumne drückt den Feuchtigkeitszustand der Athmosphäre, bei der gleichmässigen Temperatur von 10° R. aus. Diese mühsame Reduction habe ich nach den in Seaussure's Essay d'hygrometrie p. 87 und 181 aufgestellten Grundsätzen angestellt. Die grösste Trockenheit, welche Herr de Saussure bemerkte, war (am 26ten Merz 1781) 41° bei 19° Reaum. oder $51^{\circ}, 02$ für 10° . Am 12ten April 1798 fand ich dagegen eine Trockenheit (zu Berchtoldsgaden) von $46^{\circ}, 8$. Ich weiss nicht, ob eine grössere je beobachtet worden ist.

Die 10te Kolumne deutet die elektrische Ladung der Athmosphäre nach der Diverrenz des

Seaussurschen Electrometers in Linien aus. Ich zog aus bekannten Gründen dieses Electrometer seiner geringeren Empfindlichkeit wegen, dem Berretschen vor. Der Ableiter war 4 Fuss hoch und allemal nach Volta's Methode mit brennendem Schwamm bewaffnet. Wenn ich gezwungen war die Beobachtung bei Nacht auf dem Stadtwall anzustellen, so wurde eine Laterne in einer Entfernung gehalten, in der keine Ableitung möglich war. Stets fand ich die elektrische Ladung des Luftkreises positiv. Negativ war sie nur auf einzelne Minuten und dann immer aus dem Negativen in 0 und von da ins Positive übergehend. Bei sehr tief ziehenden Wolken war die E meist 0. Beim Schneien aber (was mir sehr wichtig scheint) bemerkte ich oft denselben Wechsel zwischen $+$ und $-$ E, welchen Herr Lampadius beim Gewitter beobachtet hat. Am 5ten Februar war die E. bei blauem wolkenfreien Himmel negativ. Am stärksten und am schnellsten aus $+$ im $-$ wechselnd, fand ich sie im Nebel. Hagelwetter ist anhaltend negativ.

In der 1ten Kolumne unter der Aufschrift Zustand des Himmels ist bisweilen auch die Durchsichtigkeit der Luft, ihr Kohlensäuregehalt und die Sonnenstärke bemerkt. Zum Durchsichtigkeitsmaasse diente mir die entfernte hohe Alpenkette, welche mir einen majestätischen Anblick gewährte. Bei grosser Feuchtigkeit bemerkte ich oft eine grosse Durchsichtigkeit der Luft. Es scheint mehr auf die Vertheilung der Dunstbläschen, als ihre Menge oder Zersetzung anzukommen. Dagegen sieht man oft einen blauen Dunst in der Luft, der dieselbe

sehr undurchsichtig macht, und den das Hygrometer gar nicht anzeigt. Ein solcher war am 26 Thermidor zu Paris, wobei die Luftgüte um 0,015 abnahm, das Thermometer 21° Reaum., das Saussursche Hygrometer 66° zeigte. Gern hätte ich täglich Beobachtungen über die terrestrische Refraction angestellt. Ich liess zu diesem Behufe ein Signal auf dem Geisberge errichten. Die gutmüthigen Hirten stellten es unaufgefordert her, als es der Sturm umwarf. Aber die Wolken entzogen es meist meinen Augen, und meine astronomischen Instrumente gaben keine Gewissheit über 7 Sekunden, also für den Zweck nicht hinlänglich. Mit einem grossen Bordaschen Kreise hätte man die herrlichsten Beobachtungen (gleichzeitig mit den chemischen Versuchen) anstellen können! Der Kohlen säuregehalt des Luftkreises wurde mit meinem Anthrakometer gemessen. Die Idee, die Sonnenstärke zu bestimmen, gehört Herrn von Buch. Ein, der Sonne ausgesetztes Thermometer wird mit einem andern im Schatten stehenden verglichen. Die Differenz in Reaumurschen Graden drückt die wärmende Kraft der Sonne aus. Es ist sehr auffallend, wie an gleich heitern Tagen, bei gleicher Himmelsbläue die Sonnenkraft ungleich ist. Zu Marseille z. B. war am 14ten Brumaire Sonnenstärke $4^{\circ}, 5$. Sonnenhöhe $31^{\circ} 27'$. Am 19ten: Sonnenstärke $6^{\circ}, 2$. Sonnenhöhe $29^{\circ} 58'$. Der chemische Process, durch welchen das Sonnenlicht Wärme erregt, war demnach sehr verschieden!

Ich kann diese Abhandlung nicht schliessen, ohne einem allgemein geschätzten Naturforscher,

dem Freiherrn von Moll, dessen Güte und Freundschaft mir so manche Unterstützung in meinen Salzburger Arbeiten über den Luftkreis, gewährt hat, öffentlich meinen innigsten und wärmsten Dank abzustatten. Möchte es ihm seine Musse erlauben, zu vollenden, was ich in seiner, mir ewig theuren Vaterstadt unvollkommen begonnen habe.

Marseille im December 1798.

VIII.

Die Entbindung des Wärmestoffs als geognostisches Phänomen betrachtet*)

Ohnerachtet in neueren Zeiten, seit der wissenschaftlichen Ausbildung der mineralogischen Disciplinen, die Geognosie von der Erkennungslehre einfacher Fossilien (Oryktognosie) getrennt, und dadurch in bestimmtere Gränzen eingeeengt worden ist; so scheint sie doch noch immer zwei Objecte zu behandeln, die, ihrer Natur nach, eben so heterogen, als eines verschiedenen Grades von Zuver-

*) Die Hauptzüge dieser Theorie haben seit 1792 in den Manuscripten des Verfassers aufgezeichnet gelegen. Seine Reisen und Beschäftigung mit physiologischen Gegenständen haben die öffentliche Bekanntmachung dieser und anderer geognostischen Arbeiten verzögert.

lässigkeit fähig sind. Die Fragen, wie ist der feste Erdkörper gegenwärtig beschaffen? wie sind die Gebirgsmassen verbreitet? zu welcher Höhe erheben sie sich in den verschiedenen Zonen? welchen Gesetzen der Schichtung und Lagerung sind sie unterworfen? welche von ihnen enthalten Spuren organischer Körper? deuten diese Körper auf eine untergegangene Thier- und Pflanzenschöpfung hin, oder finden wir die Originale derselben noch jetzt in den entfernteren Himmelsstrichen? — Alle diese wichtigen Fragen betreffen den gegenwärtigen gleichzeitigen Zustand der Dinge. Ihre Untersuchung gehört in die allgemeine Naturbeschreibung, welche die unbelebte Schöpfung sowohl, als die Verhältnisse der Thier- und Pflanzengeschlechter umfasst. Eine andere Klasse von Objecten berühren die Fragen: wie hat der Erdkörper seine gegenwärtige Gestalt gewonnen? wann sind die Gebirgsmassen erhärtet? waren ihre Grundstoffe in tropfbare Flüssigkeiten aufgelöst, oder waren sie diesen nur (mechanisch) eingemengt? welchen Einfluss hat das Feuer auf jene Scheidungen und Niederschläge, welchen auf die schon erhärteten Massen ausgeübt? sind die Seen aus Einsenkungen entstanden, oder haben die tobenden Fluthen im Herabstürzen weite Kessel ausgehöhlt? Diese letzteren Fragen sind historischen Inhalts. Sie beziehen sich auf einen ehemaligen Zustand der Dinge, und ihre Beantwortung gehört der Naturgeschichte zu. Sie sind von den erstern eben so verschieden, als es sehr heterogene Untersuchungen sind, welche Wanderungen eine Pflanze vom Kaukasus her nach dem westlichen Europa gemacht hat, und zu wel-

cher Tiefe sie gegenwärtig in die Ebene herabsteigend gefunden wird.

Heften wir unsern Blick auf den bisherigen Vorrath geognostischer Schriften, so finden wir nicht nur meist beiderlei Objekte, die der Naturgeschichte und der Naturbeschreibung untereinander gemengt, sondern wir bemerken auch, dass die eine Untersuchung auf Kosten der andern betrieben worden ist. Man hat sich von jeher mehr damit beschäftigt, über die Entstehung der Dinge nachzusinnen, als ihre gegenwärtige Verhältnisse genau zu erforschen. Daher unsere Dürftigkeit an sichern Beobachtungen über Schichtung und Lagerung der Gebirgsmassen, über die Identität derselben in entfernten Ländern, und über ihre geognostischen Verwandtschaften! Daher der Ueberfluss an kosmogenischen Hypothesen, selbst an Erklärungen von Phänomenen, die (wie die berufene Muschel im Granite) nur in der Einbildungskraft der Beobachter existirten!

Derjenige Theil der Gebirgskunde, welcher sich auf die dermaligen Verhältnisse unsers festen Erdkörpers bezieht, ist eine empirische Wissenschaft, welche eines hohen Grades der Zuverlässigkeit fähig ist, was Basalt und Mandelstein sind, ob sie sich in hohen Gebirgen unmittelbar auf Gneis, Granit, oder Porphyr aufgesetzt finden, ob ihre Schichtung Aehnlichkeit mit der der Flötzgebirgsarten hat, in welchen Beziehungen sie zum Porphyrschiefer, zu gewissen Formationen der Steinkohlen, und zu den Thonlagen stehen, ob die säulenförmigen Abson-

derungen des Basalts mehr Aehnlichkeit mit denen des uranfänglichen Porphyrs, als mit dem der Lava haben? — Dies sind Fragen, die nie Gegenstand eines geognostischen Streites hätten werden sollen. Durch ruhige anhaltende Beobachtung sind sie eben so bestimmt, als die, zu beantworten, ob Hund und Schakall eine gleiche Bildung haben? Diese Bestimmtheit fällt aber weg, so bald man jenen Fragen historische Probleme einmengt. Nun heist es nicht mehr, worinn sind die Rheinischen Basalte der vesuvischen Lava ähnlich? sondern: sind Basalte und Lava gleicher Entstehung, verdanken jene ihr erdiges Ansehn einer Verwitterung, sind sie in dem Meere erkaltet, oder ruhten sie vormals in dem Innern eines Vulkans? Nun ist der Phantasie ein weites Feld der Vermuthungen, dem Streitliebenden ein Kampfplatz eröffnet, auf den er sich neue Gegner fingirt, wenn er alle wirklich erschienenen besiegt zu haben glaubt. Diese Vermengung ungleichartiger Probleme hat ihre Folgen bei manchem geognostischen Streite geäussert. Die Wissenschaft wurde mit vielen Meinungen, aber wenigen Thatsachen bereichert!

Geschieht es zum Nachtheil der Geognosie, dass man zur Erklärung jener grossen Denkmäler der Vorwelt schreitet, ehe man ihre dunkeln Schriftzüge gefasst hat, dass man über Entstehung der Gebirge Hypothesen wagt, ehe man ihre dermaligen Verhältnisse gehörig ergründet — so ist die Willkühr, mit der diese Hypothesen gebildet werden, nicht minder schädlich. Will man annehmen, dass in den chaotischen Zeiten Kräfte wirkten, de-

ren Existenz uns gegenwärtig unbekannt ist, so müssen wir zugleich allen kosmogenischen Betrachtungen entsagen. Allerdings bleibt die Möglichkeit unbestritten, dass es vormals freie Stoffe gab, die gegenwärtig gebunden, und dadurch in ihren Kraftäusserungen gehemmt sind. Allerdings können diese Stoffe das Spiel der zusammengesetzten Verwandtschaften so modificirt haben, dass Mischungen vorgeiengen, welche die Kunst nicht nachzuahmen vermag. Aber diese Möglichkeiten, deren Zahl bis ins Unendliche vermehrt werden kann, begründen kein physikalisches Raisonnement. So lange es noch unentschieden ist, ob nicht eben die plastischen Kräfte der Anziehung und Abstossung, welche wir gegenwärtig in dem Universum thätig finden, schon in der Vorwelt gewirkt haben, so lange dürfen wir uns nicht neue Materien schaffen, zu denen die Zuflucht freilich eben so bequem, als die zu hyperphysischen Ursachen ist: Ein Feuer, welches strengflüssige Gemische von Erdarten in Fluss bringt, und dabei (wie im Porphyrschiefer) den zarten Abdruck saamentragender Farrenkräuter unversehrt erhält — der Begriff eines solchen Feuers versetzt uns in eine unbekannte Sphäre. Es ist besser, Erscheinungen unerklärt zu lassen, besser zu gestehen, dass sie zu gross sind, um ihre Erklärung zu wagen, als von Wirkungen auszugehen, die jenseits unserer empirischen Erkenntniss liegen.

Ist man dagegen einmal bei kosmogenischen Betrachtungen (also in dem historischen Theile der Geognosie) von einer Hypothese ausgegangen, welche durch die Analogie noch ietzt zu beobach-

tender Naturwirkungen unterstützt wird, so hat man unmittelbar durch die Annahme einer Ursache eine ganze Reihe anderer Ursachen begründet, welche mit jener unzertrennlich verknüpft sind. Je unsicherer der Weg ist, den wir betreten, desto vorsichtiger müssen die Schlüsse aneinander gereiht seyn. Cosmogenische Phantasien, wie die des unsterblichen Franklin sind nicht nur vorzüglich einer ästhetischen Behandlung fähig, nein! sie können auch belehren, weil sie einzeln neue Ansichten gewähren. Aber ihrem Wesen nach gehören sie nicht in das Gebieth der Geognosie. Man darf nicht nach Willkühr das Innere des Erdkörpers aushölen, und mit elastischen Flüssigkeiten füllen, wenn Maskelync's Pendelversuche apodiktisch das Gegentheil beweisen. Phantasien sind gefahrvoll täuschend, sobald man sie, wie nur zu oft geschieht, als Thatfachen vorträgt und in das ernste Gewand wissenschaftlicher Untersuchungen einkleidet.

Diese vorangeschickten Betrachtungen schienen mir nöthig, um den Gesichtspunkt anzugeben, aus welchem ich die nachfolgenden Blätter beurtheilt zu sehen wünsche. Sie enthalten einen schwachen Versuch, die Grundsätze der neuern Physik auf die Geognosie anzuwenden. Sie begründen keine neue Hypothese, sondern sie zeigen nur, dass man (um consequent zu verfahren) keine Wirkung isolirt betrachten dürfe, sondern dass jede Materie, nur mit allen ihr inhärirenden Kräften, thätig gedacht werden könne. Ob diese Behandlungsart zu fruchtbaren Resultaten führt, darüber erlaube ich mir die Entscheidung nicht.

Alle geognostischen Hypothesen stimmen darinn mit einander überein, dass auch der feste (starre) Theil unsers Erdsphäreids sich ehemals in einem flüssigen Zustande befand. Für diese grosse und wichtige Thatsache zeugen die unwidersprechlichsten Denkmäler der Vorwelt. Weniger befridigend lässt sich die Frage beantworten, ob dieser flüssige Zustand ein elastisch, oder tropfbar flüssiger war? Wir sehen, dass Gasarten feste Körper (Wasserstoffgas, den Schwefel und Arsenik, Stickgas den Phosphor) auflösen. Vielleicht ist die Kalkerde, die im Gewitterregen von den obern Regionen herabkömmt, nicht in latentem Wasser, sondern in eben den Luftarten enthalten, welche das elektrische Feuer zu einem tropfbaren Fluidum verbindet? Denkbar, den jetzigen Naturerscheinungen analog, ist es daher allerdings, dass die Bestandtheile aller Gebirgsarten einst gasförmig existirten. Denkbar ist es, dass diesem ersten Zustande ein zweiter folgte, indem der grössere Theil jener Gasarten zu tropfbaren Fluiden zusammengerann — aber, was man darüber auch festsetzte, so bleibt immer die Annahme gegründet, dass

die feste Erdmasse sich durch Niederschläge aus Flüssigkeiten bildete, dass aufgelöste Stoffe aus ihren Auflösungsmitteln abgeschieden wurden.

Was nun war die Ursache des ersten Niederschlags, oder der ersten Abscheidung; was die Ursache der nachfolgenden, deren Entstehungsepoche durch ihre Lagerung charakterisirt wird? Die Beantwortung

dieser Frage liegt, in so fern sie sich auf die erste Entstehung, oder Schöpfung eines Dinges bezieht, ausserhalb den Gränzen menschlicher Erkenntniss. Die Kosmogenie darf nicht mit dem Nichts anheben. Sie setzt die Existenz aller jetzt in dem Weltall zerstreuten Materie voraus, und beschäftigt sich nur mit den mannichfaltigen Zuständen, welche diese Materie durchlaufen ist, bis sie ihre dermalige Form und Mischung erhalten hat. Was ausserhalb dieses Kreises liegt, gehört zu den Annahmen der philosophirenden Vernunft.

Setzen wir demnach (wie in allen bisherigen geognostischen Schriften geschehen ist) das Daseyn eines ersten Niederschlags, einer einmaligen Abscheidung aus der chaotischen Flüssigkeit voraus, so liegt in dieser ersten Wirkung selbst die Ursach aller folgenden. Beim Uebergange des Wassers zu Eis, beim Erhärten des Gypses, beim Anschliessen des Kochsalzes aus der Soole wird Wärme erregt. So oft ein Stoff aus dem flüssigen Zustande (sei er tropfbar, oder gasförmig elastisch flüssig) in einen festen (starren) Zustand übergeht, wird Wärmestoff entbunden. Dies Faktum, mit welchem die wichtigsten Erscheinungen im Dunstkreise, wie im Innern der belebten Körper zusammenhängen, dies Faktum steht unerschütterlich fest, man mag sich, wie die atomistischen Antiphlogistiker, die Ursache der Wärme, als eine expandirende, in die Zwischenräume der andern Grundstoffe eindringende Materie (gleichsam als Expansivstoff) oder dynamisch, als Modification der originellen (ursprünglichen) Anziehungs- und Abstossungskräfte denken.

Steigt nun das Thermoskop schon merkbar, wenn wenige Kubiklinien Eis entstehen, werden die benachbarten Wasserschichten merkbar erwärmt, indem die zarten Salzkristalle sich abscheiden — welche Erhöhung der Temperatur, welche Erhitzung musste nicht erfolgen, indem ungeheure Massen erdiger Grundstoffe, mächtige Gebirgsschichten, sich niederschlugen. Nicht bloss die Form der einfachen Fossilien, aus welchen die grösseren Theile der uranfänglichen Gesteinarten zusammengetetzt sind, bezeugt einen kristallinen Anschuss. Auch der Anblick ganzer Gebirgsstöcke lehrt, dass sie ihre ursprüngliche, freilich sehr verwischte Gestalt den Anziehungskräften verdanken, welche nach einem Punkte hin, und von einem Punkte aus wirkten, dass sie gleichsam ungeheure Gruppen von Kristallen bilden, die sich um einen Kern versammelt haben. Die uralte kolossalische Pyramide des Dru's in Savoyen (man betrachte ihn vom Eismeere aus) und die südliche Wand des Weissenberges gegen Courmayeux hin stellt eben solche Beziehungen gegen einen Punkt dar, als das Innere eines spät entstandenen Hügels säulenförmigen Basalts und Porphyrschiefers. Diese kristallinische Bildungen beweisen, dass jene Niederschläge, denen der feste Erdkörper seine gegenwärtige Gestalt verdankt, plötzlich erfolgten, und dass der Uebergang aus dem Flüssigen zum Starren nicht allmählig in unendlichen kleinen Massen, wie beim Fällen des Silbers aus der Salpetersäure, geschah.

Niederschläge überhaupt, und besonders Niederschläge grosser Gebirgsmassen können also nicht

ohne Entbindung von Wärme gedacht werden. Diese Wärme gieng in die noch übrigen Theile der Auflösung über, und erregte in diesen — Verdampfung, Verminderung des Menstruum's, und (als unmittelbare Folge der Verminderung) neue Niederschläge. Die Entstehung der ersten Gebirgsschicht ist also selbst die Ursach zur Entstehung einer folgenden. Wir bedürfen nicht neuer Hypothesen, nicht die Annäherung eines Kometen, um die grosse Wasserminderung zu erklären. Erhärtung einer Gebirgsmasse, und Verdampfung sind unzertrennliche Begriffe!

Je grösser die erhärtete, oder niedergeschlagene Masse war, desto schneller musste derselben ein neuer Niederschlag folgen. Je mehr Niederschläge vorhergegangen waren, desto erwärmtcr musste im Ganzen der Rest des Menstruums sein. Ich sage: im Ganzen; denn es ist nicht bloss denkbar, sondern auch sehr wahrscheinlich, dass in einzelnen Fällen, selbst bei erhöhter Temperatur, die chemischen Ziehkkräfte der sich bildenden neuen Gesteinschichten so balancirt wurden, dass die Bildung, oder Absonderung nur sehr langsam erfolgte, und dass während dieses Zeitraums die Auflösung sich von neuem erkältete. Für diese Zwischenepochen scheinen manchfaltige geognostische Phänomene zu zeugen. In den uranfänglichen Gebirgsarten, welche als die früher niedergeschlagenen in einem kühleren Medium entstanden, erkennt man einen ruhigern kristallinischen Anschuss, in den spätern Flötzgebirgen aber, bei deren Formation das Medium bereits eine hohe Temperatur hatte, ein erdi-

geres Ansehen, gleichsam als Folge mechanischer Anschwemmung. Zur Zeit der Erhärtung der letzteren war das Menstruum zu sehr erhitzt. Es wirkten allzu viele Ziehkräfte zu gleicher Zeit mit einander, als dass die homogenen Grundstoffe sich ruhig hätten absondern können. Dennoch sehen wir, wenn gleich selten, mitten in der Folge neuer Gebirgsarten, Schichten von kristallinischem Anschuss; körnig-blätterigen Kalkstein, Gyps, oder Stinkstein, im dichten Kalkstein des Jura. Der Bildung dieser scheint jene Ruhe, jene Abkühlung vorausgegangen zu seyn, deren wir oben erwähnten.

Bemerken wir in der Entbindung des Wärmestoffs einen Grund von der verschiedenen Mischung der uranfänglichen und Flötzgebirgsarten, so muss dieselbe noch wirksamer bei der ursprünglichen Porosität der Mineralien gedacht werden. Diese ursprüngliche Porosität darf nicht mit der secundären verwechselt werden. Die letztere, sey sie Folge der Auswitterung eingewachsener Fossilien, oder der Einwirkungen des Feuers, ist unendlich später, als die Formations-Epoche selbst. Die erstere ist dieser Epoche gleichzeitig, sie verdankt ihr Daseyn den chemischen und mechanischen Kräften selbst, welche bei der Erhärtung der Gebirgsmassen thätig waren. Nehmen wir wärmeerzeugende Niederschläge aus einem allgemeinen chaotischen Menstruum an, so müssen (besonders, wenn die Temperatur schon mächtig erhöht ist) grosse Massen elastischer Dämpfe erzeugt werden. Das Menstruum selbst geräth in ein Aufwallen, dessen Spuren wir eben so sehr an der

Form und Richtung der Gesteinschichten, als an ihrer Dichte erkennen. Wo sich Erdmassen niederschlagen, suchen Dämpfe zu entweichen, die noch weiche Masse bläht sich auf, es bilden sich theils Zellen und kleinere Oeffnungen, theils weite Durchbrüche, welche wir mit dem Namen Hölen bezeichnen. Viele Quadratmeilen in Deutschland sind mit Sandstein - und Kalksteinflözen bedeckt, welche schlackenartig, wie Laven, durchlöchert sind. Bei den genannten Gebirgsarten, (bei der erstern nemlich, nur da, wo ein kalkartiges Bindemittel vorhanden ist) mag die durch Wärme entweichende Kohlensäure mit wirksam gewesen seyn. Doch ist diese Wirkung nur örtlich. Gerade die poröse Formation, welche am meisten für die entwickelte Hypothese zeugt, welche am allgemeinsten über den ganzen Erdkörper verbreitet ist, die neueste Trapp - Formation, ist fast völlig leer von kohlengesäuerten Fossilien. Die blasige, zellige und dabei gar nicht verglasete, sondern erdige Grundmassen so vieler Basalte und Mandelsteine scheint aus einem erhitzten aufschäumenden Medium entstanden zu seyn. Ich glaube die Wirkung elastischer Dämpfe da zu sehen, wo andere Geognosten die Spuren eines schmelzenden und verglasenden Feuers finden.

Diese hypothetischen Betrachtungen über Entbindung des Wärmestoffs setzen nicht die Existenz eines tropfbaren Mediums voraus, die Entbindung musste statt finden, wenn auch dies Medium ursprünglich in einem gasförmig elastischen Zustande war. Welche Annahme auch die richtigere

sey, so hat die Erhärtung der Gebirgsmassen einen wichtigen Einfluss auf die Formation des Dunstkreises gehabt. Die organischen Stoffe, welche in den Flötzgebirgen vergraben sind, beweisen das Daseyn eines tropfbaren Fluidums, des Wassers, in dem die Niederschläge geschahen, und die Analogie zwischen den Flöz- und uranfänglichen Gesteinsschichten macht ein gleiches auch für die letzteren wahrscheinlich. Während nun, dass das Medium seine Temperatur allmählich erhöhte, während dass die aufgelösten, sich abscheidenden Grundstoffe ihre Ziehkräfte gegen einander und gegen das Medium ausübten, wurde ein Theil des letzteren zersetzt. Mit den aufsteigenden Dämpfen giengen luftförmige Stoffe über, und der Dunstkreis gewann eine neue Mischung und neue Schichten. Diese allmähliche Zunahme, die gewiss nicht gleichmässig über den ganzen Erdkörper vergieng, modificirte nun wiederum die Leichtigkeit der Verdampfungen. Wenn das Medium von höheren und dichteren Schichten gedrückt war, nahm dasselbe nach physischen Gesetzen eine höhere Temperatur an. Die Veränderung des Auflösungsmittels geschah langsamer, die Niederschläge bildeten sich allmählicher, und so ist in diesen Verhältnissen der Athmosphäre ein neuer Grund aufzufinden, warum die Formation der Gesteinsschichten nicht immer mit zunehmender Geschwindigkeit vor sich gieng, warum reinere und unreinere Anschüsse, kristallinische und erdige Massen mit einander abwechseln.

Mit den aufsteigenden gasförmigen Stoffen gieng endlich auch eine grosse Masse von Wärmestoff in den neuen Dunstkreis über. Das tropfbare Medium, welches durch die erhärtenden (zusammengekommenen) Steinschichten erwärmt war, theilte seine hohe Temperatur den angränzenden Luftschichten mit. Hier treffen wir auf Verhältnisse, in denen ich die ursprüngliche, oder Grundwärme unsers Erdkörpers suche, auf Verhältnisse, welche unabhängig von der Lage eines Planeten gegen die Sonne sind. Allgemein beobachtete Erscheinungen lehren unwidersprechlich, dass es Epochen der Vorwelt gab, in denen die Thier- und Pflanzenschöpfung der heissen Zone auch über die kältere und gemässigte verbreitet war. Baumartige Farrenkräuter von Südamerika, ostindische Scitamineen, Löwen - Elephanten - und Rhinocerosgerippe finden sich in einer Lagerstätte, welche unwidersprechlich beweist, dass alle diese organischen Produkte nicht angeschwemmt, sondern in ihrer damaligen Heimath vergraben sind. Um diese grosse Erscheinung zu erklären, hat man bald südlichen Thieren (dem dunkelgefärbten Macedonischen Löwen) eine grössere Biegsamkeit der Organisation, eine Fähigkeit Kälte zu ertragen angedichtet; bald sie Schaarenweise sich in Länder verlaufen lassen, in denen der erste Eintritt ihnen schon den Tod bereitet hätte; bald brennende und erwärmende Irrsterne herbeigeführt, bald endlich die Erde aus ihren Angeln gehoben. Dieses letztere Wagstück hat man besonders durch die astronomischen Beobachtungen über die seit Pytheas Zeiten veränderte Schiefe der Ekliptik zu rechtfertigen gesucht,

Weil von Eratosthenes an bis Cassini der Winkel um 7 Minuten abgenommen hat, hielt man es für denkbar, dass vor vielen tausend Jahren die kältere Zone vom Sonnenstrahl eben so, als die Palmen-gegend getroffen wurde. Aber die tiefsinnigsten Analytiker unsers Zeitalters, la Grange und la Place haben berechnet, dass die Veränderungen jener Schärfe der Ekliptik (als Folge der zusammengesetzten Gravitation der Planeten) einen Cyclus hält, welcher die Gränzen von $1^{\circ} 21'$ nie übersteigt. Ja! Herr Bode hat scharfsinnig erwiesen, dass, wenn auch jeder Aequator auf der Ekliptik senkrecht gestanden hätte, diese Stellung der Edoxe, weit davon entfernt die Vegetation zu befördern, ihr vielmehr sehr nachtheilig gewesen seyn müsste. Erinnert man sich dagegen der Entbindung des Wärmestoffs, womit die Erhärtung der Gebirgsmassen unzertrennlich verknüpft ist, so werden jene hypothetischen Annahmen entbehrlich. Wo plötzlich eine grosse Menge fester Stoffe abgeschieden ward, nahm die Temperatur der umgebenden Luftschichten zu. Unter dem 70° Grade der Breite, wie unter dem 20 konnte nur ein Palmenklima entstehen. Von dieser Zunahme begünstigt äusser-ten alsbald die plastischen Kräfte der Natur ihre wohlthätige Energie. Südliche Bildungen von Thier- und Pflanzenstoffen sprossen üppig hervor. Sie würden in ihrem Wachsthum fortgefahren haben, wenn nicht die Dauer dieser Temperatur Erhöhung nur auf einen kurzen Zeitraum eingeschränkt gewesen wäre. Die Höhe der Luftschichten und ihrer Wärme erreichten allmählig das Gleichgewicht, nach welchem sie lange ver-

geblich strebten. Nur auf einem kleinen Raum
begünstigte der hohe Sonnenstand fortwährend die
schnellere Entwicklung der organischen Kräfte.
Gegen den Süd- und Nordpol hin nahm, mit
Erkältung des Dunstkreises, die Fülle des Lebens
ab. —

IX.

V e r s u c h e

über

die Entbindung des Lichts.

1.

In einem Zeitpunkte, wo die Lehre vom Lichtstoff so mannigfaltig bearbeitet wird, wo Phlogistiker und Antiphlogistiker gestehen, dass gerade in dieser Lehre die Hauptlücke beider chemischen Systeme zu finden ist, in einem solchen Zeitpunkte werden folgende, nicht ohne Sorgfalt angestellte Versuche wohl allen Partheien willkommen seyn. Ich habe diese Arbeit ohne Vorliebe für die Schule unternommen, deren Grundsätze ich seit mehreren Jahren vertheidige. Ich werde die Thatsachen ebenso einfach erzählen, wie sie sich mir darstellen, und nur vorher den Gesichtspunkt angeben, von dem ich ausgieng. Auf diesem Wege scheint mir die Masse unserer reinen Erfahrungen am meisten zu gewinnen.

N

Verbindet sich der Lichtstoff mit allen Substanzen, die eines Brennens und Leuchtens fähig sind, oder ist er in der Lebensluft allein enthalten? Dies ist die grosse Frage, um die sich alles dreht. Je mehr Thatsachen für das Letztere sprechen, desto auffallender sind solche Fälle, in denen ein Leuchten bei gänzlich ausgeschlossnem Sauerstoffgas erscheint. Ich könnte hier zuerst der trefflichen Versuche des Herrn Götting über den Phosphor erwähnen, wenn nicht neuere mühsame Arbeiten gelehrt hätten, dass das problematische Stickgas den Phosphor zwar durch Auflösung zum Leuchten vorbereitet, dass aber zu diesem Leuchten selbst eine geringe Beimengung von Lebensluft gehört. Herr Lichtenberg hat entdeckt, dass man unter dem Wasser mit dem Stahl Feuer schlagen könne. Aber ist nicht das Wasser in seinen Zwischenräumen mit Luft angefüllt, welche nach Ingenhouss zwar schlechter, als atmosphärische, aber doch nicht ganz leer von Sauerstoff ist? Bildet diese Luft nicht gleichsam Canäle im Wasser, durch welche man ehemals die Fortpflanzung des Schalls für den Taucher erklärte? *) Zwar habe ich geriebene

*) Wenn man die Elasticität des Wassers mit der Luft vergleicht; so wird man diese Ideen nicht ganz ungereimt finden. Vergl. Gehlers Wörterb. Thl. 3. S. 816, Thl. 4. S. 633 und dagegen Parrot über Verbesserung der Mühlräder 95. S. 64. Was an der letztern Stelle gegen Herrn Zimmermann behauptet wird, gründet sich auf einen Rechnungsfehler, denn die Compressibilität beträgt nicht $\frac{1}{26}$ sondern von $\frac{1}{142}$ — $\frac{1}{35}$.

Quarzstücke auch unter distillirtem Wasser phosphoresciren sehen; aber wann ist man gewiss, ganz luftleeres Wasser bereitet zu haben? Dringt die athmosphärische Luft nicht durch das Eintauchen der Hände und Quarzstücke ein? Ich glaubte ehemals, es gieng eine Wasserzersetzung bei dem Leuchten vor, aber der Versuch mit dem Stahl und Feuerstein ist mir auch unter Oel geglückt. Ich komme unten auf diese Erscheinung zurück.

Das elektrische Fluidum leuchtet in jeder Gasart, am meisten im luftverdünnten Raume. Ja, die Versuche des Duc de Chaulnes scheinen zu beweisen, dass Verkalkungen von Metallen, durch electrische Schläge, in einem Wasserstoffgas vergehn, dem (wäre es auch noch so unrein) nicht so viel Oxygen bei gemengt ist, als der neuentstandene Kalk zu seiner Säuerung bedarf. Aber ist es nicht wahrscheinlich, dass neben der ungeheuren Menge von gebundenem Wärmestoff, welche Adams und van Marum in dem elektrischen Fluidum entdeckt haben, auch Lichtstoff und vielleicht selbst Sauerstoff in ihm enthalten sey?

3.

Ich habe durch wiederholte Versuche erwiesen, dass Pflanzen in einer Athmosphäre von brennbarem Gas oder Stickgas, in der Finsterniss grün gefärbt werden, eben so grün, als wären sie in gemeiner Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt. Ich habe ehemals daraus geschlossen, dass das Sonnenlicht nicht Ursache der grünen Pflanzenfarbe seyn könne,

dass das Grünwerden der Vegetabilien mit ihrem Athmen zusammenhänge, dass das Sonnenlicht, oder Lampenlicht sowohl, als die Basen der irrespirablen Gasarten, den Pflanzengefässen den Sauerstoff durch Reiz entlocke; dass die Anhäufung desselben Bleichsucht erzeuge, und dass die grüne Farbe von einer bestimmten Menge von Kohlenstoff und Wasserstoff herrühre. Wie aber, wenn Brennbares und Stickgas selbst den Lichtstoff in ihrer Mischung gebunden enthalten, wenn er aus ihnen in die grünende Pflanze übergeht? Wie, wenn derselbe ein Bestandtheil des Wassers wäre, womit die Vegetabilien genährt werden? Ich erinnere hierbei an einen Umstand, den man ganz übersehen hat. Wenn ich Pflanzen unter einer Glocke mit Wasserstoffgas wachsen liess, so wurde dies durch die Respiration der Blätter in Knallluft verwandelt.

Das neuerzeugte Sauerstoffgas verhält sich, wie jedes andere, welches Pflanzen im Sonnenlichte aushauchen. Stand das Gewächs im Stickgas, so wurde dies so sehr verbessert, dass ein Licht darinn lodernd fortbrannte. Woher der Lichtstoff in einem Sauerstoffgas, welches, aus im Finstern zerlegtem Wasser abgeschieden war? Ich weiss keinen Fall, wo Sauerstoffgas unter ähnlichen Umständen erzeugt wird, und ich wundere mich, wie man in fast allen Compendien der Physik, noch immer die irrige Behauptung abdrucken lässt: dass Vegetabilien sich nur im Sonnenlichte grün färben und Oxygen aushauchen!

Weder das Leuchten des Phosphors also, noch das Feuerschlagen unter Wasser, noch das electriche Fluidum, noch meine Versuche über die Respiration der Pflanzen und ihren Einfluss auf die Färbung *) derselben, entscheiden bisher die Frage apodictisch, ob Lichtentwicklung, ohne Beitritt der Lebensluft möglich, und ob der Lichtstoff nicht bloss in diesem enthalten ist. Nur das Sauerstoffgas, welches ich im Finstern durch Stickluft den Pflanzen entlockte und in welchem Holzspähne lodernd brannten, scheint das wichtige Problem zu bejahen. **)

*) Von der menschlichen Organisation ist ein ganz ähnlicher Zusammenhang zwischen Färbung und Athmen zu bemerken. Inspiriren der Lebensluft bringt schöne Gesichtsröthe, Verbrauch des eingeathmeten Oxygens für das arterielle Blut der Mutter und des Fötus oft Schwärze in jenem hervor.

**) Herr Pfaff sagt ausdrücklich (über das Leuchten des Phosphors 95. S. 14.) die allgemeine und nothwendige Bedingung aller Entstehung der Lebensluft ist das Daseyn des Lichtstoffs. — Bei meinem Versuche fragt sich demnach, wo war dieser Lichtstoff vorher gebunden, welchen die Pflanze in ihrer Lebensluft aushaucht? Die Stoffe, welche hier wirkten, sind Pflanzensamen, ein Korkstöpsel, an welche jene befestigt waren, Wasser und Stickluft. Das Wasser war freilich nicht destillirt. Wenn man weiß, wie wenig Luft im Wasser enthalten ist, mit wie wenig Sauerstoff diese Luft angeschwängert ist, so kann es Niemand einfallen, den Lichtstoff, den ein lodernder Holzspahn aus jener (von der Pflanze ausgeathmeten) Luft entwickelte, mit Wärme und Sauerstoff gebunden, in den Zwischenräumen des Wassers präexi-

Können uns aber bei so vieler Ungewissheit nicht diejenigen Stoffe, welche bei jeder Temperatur unsers Dunstkreises, während einer Veränderung ihres Mischungszustandes, die wir Fäulniss nennen, leuchten, der Entscheidung näher bringen? Wie wenig ist seit der Sylva Sylvarum des unsterblichen Baco, seit Robert Boyle über das Phosphoresciren des Holzes, und der Fische gearbeitet worden? Man hat die Zahl der selbst leuchtenden Stoffe unendlich vermehrt, gezeigt, dass fast jegliche Substanz, dem Sonnenlichte lange ausgesetzt, oder durch künstliches Feuer erglüht, phosphorischen Schein im Dunkeln um sich her verbreite.

Aber über die chemischen Verhältnisse, unter denen ein und derselbe Stoff zu leuchten aufhört und wieder angefacht werden kann, darüber schweigt die neuere Physik. Dennoch drängen sich hiebei so mannigfaltige Fragen auf, deren Beantwortung ganz im Kreise unserer Wahrnehmung liegt. Ist das Phosphoresciren des faulen Holzes, wie viele neuere Chemiker glauben, ein schwaches Verbrennen, (*une légère combustion*) so muss Sauerstoffgas zu der Fortdauer dieses Phänomens nothwendig seyn. Es fragt sich also, ob der leuchtende Körper im Wasserstoffgas oder reiner

stehend anzunehmen. Er kann vielmehr nur entweder im Wasser (*qua Wasser*) oder im Stickgas enthalten seyn. — Es kommt hier nicht auf vage Zweifel, sondern reine Zergliederung physikalischer Begriffe an.

Luftsäure verlöscht, oder ob er durch hinzutretendes Sauerstoffgas wieder angefacht, und in diesem, wenn er rein ist, zu hellerem Phosphoresciren gebracht werden könne? Herrn Göttlings Entdeckung von dem Einfluss der Stickluft auf das Leuchten des Phosphors im Sauerstoffgas, führt ferner auf das Problem, ob faules Holz in einem Azote, das mit wenig Oxygen gemischt ist, nicht heller, als in reinem Sauerstoffgas leuchten solle? Der Canzler Baco*) fand, dass strenge Kälte dasselbe nicht verdunkle.

Wird dagegen schwach leuchtendes Holz durch erhöhte Temperatur zu hellerem Phosphoresciren gebracht? Robert Boyle**) behauptet, dass jede Flüssigkeit das Licht verlösche, und der grosse Baco sah es im Wasser sich erhalten.

Wer von beiden hat richtig beobachtet, und wie verhalten sich ideoelectrische oder nicht leitende Flüssigkeiten? — Ich mag die Zahl der Fragen nicht häufen, und gehe zu den Versuchen selbst über.

6.

Das faule Holz, dessen ich mich bediente, war von einer alten Brunnenröhre, welche in einem Kiefernstamm (*Pinus Sylvestris*) gebohrt war. Es

*) *Sylva Sylvarum* Cent IV. exp. 352. Bac. Verul. Opera omnia Lipsiae 1694. p. 828.

**) *Philos. Transact.* n. 89, p. 162.

leuchtete, bis auf die kleinste Faser des Splitters, von allen Seiten, mit einem weissen mondähnlichen*) Lichte. Wenn man die Farben des brennenden Wasserstoffgas, der Holzkohle und des Stahls in atmosphärischer Luft und im reinen Sauerstoffgas mit einander vergleicht; so sieht man, dass die Modification dieser Farben von der zersetzenden Basis sowohl, als von der zersetzenden Luftmenge abhängt. Das phosphorische Licht des faulen Holzes kommt dem weissen Lichte des Holzsplahns in reinem Sauerstoffgas am nächsten.

7.

Da in dem kohlen sauren Gas der Sauerstoff innigst gebunden ist und ihm nicht durch einfache Verwandtschaft entzogen werden zu können scheint, so bereitete ich zuerst diese Luftart. Ich verfuhr hierbei mit der Vorsicht, dass ich das zuerst übergehende Gas von dem spätern trennte, weil, (wie besonders Herrn Göttlings Versuche gelehrt haben) in beiden und vorzüglich im erstern Sauerstoff beigemischt ist. Um diesen völlig abzuscheiden, bediente ich mich folgender Methode: ich warf in eine 3te und 4te Flasche getrockneten wohlabgeriebenen Phosphor. Er dampfte und leuchtete im Finstern. Ich erhöhte in Nro. 3. die Temperatur durch ein genähertes brennendes Wachlicht. Der

*) Weidenholz verbreitet einen rötheren Schein um sich. Das Licht des geglihten blauen Flusspaths aus Derbyshire ist gar grün. S. Phil. Transact. 82. P. I. p. 28. d. 2. pag. 270.

Phosphor entzündete sich schwach und leuchtete stärker. Ich setzte die Erwärmung fort bis der, noch in grosser Menge übrige unzersetzte Phosphor im Rückstande gar keine Spur eines Scheins von sich gab.

Ich war nun gewiss, da alle Phosphordämpfe sich auf Quecksilber niedergeschlagen hatten, ein lebensluftfreies kohlen saures Gas erhalten zu haben. In Nro. 4. erwärmte ich den Phosphor nicht. Sein schwaches Leuchten zeigte ohne dies, dass diese Gasart reiner war. Ich liess daher das wenige beigemengte Oxygen (nach Scheels*) Methode) durch blosses Leuchten oder schwaches Dampfen des Phosphors aufzehren. Auf die Weise war ich gewiss, keine Spur der von Pelletier entdeckten gasförmigen, unvollkommenen Phosphorsäure dem kohlen sauren Gas beigemengt zu haben.

Der Phosphor verlöschte nach 40 Minuten darin von selbst, und diesem Zeitpunkt nahm ich für den an, in welchem das Gas, als von ungebundenem Sauerstoff frei, zu betrachten**) war. Ich hatte

*) Sämtliche Werke herausgegeben von Hermbstaedt T. I. S. 63.

**) Bei einer zweiten Wiederholung dieses Versuchs zeigte sich, dass der von selbst verlöschende Phosphor nun auch bei erhöhter Temperatur nicht mehr zum Leuchten zu bringen war. — Dem Verdachte, die gasförmige Phosphorsäure zu erzeugen, entgeht man übrigens immer, wenn man die brennende Wachskerze nie dem Glase zu sehr nähert.

nun viele Flaschen Luftsäure, welche vier verschiedene Stufen der Reinheit darstellten.

8.

Um durch Hineinbringung des faulen Holzes nicht neues atmosphärisches Sauerstoffgas in die Flaschen dringen zu lassen, wurde das Holz schon in die Flaschen gelegt, als dieselben noch mit Wasser gefüllt waren. Es leuchtete in demselben sehr lebhaft, wovon unten die nähern Verhältnisse angegeben werden. Kaum stieg aber das kohlensaure Gas in Nro. 1 und 2, und lagerte sich über das Wasser, so verminderte sich der Schein des Holzes, ja in Nro. 1 nach 20, in Nro. 2 nach 14 Minuten war alles Leuchten verschwunden. In Nro. 3 trat die Verdunklung schon in 6 Minuten ein. In Nro. 4 verlöschte ein schön leuchtendes Stück Holz, als es unter Quecksilber in die Flasche gebracht wurde, eben so schnell, als wenn man eine brennende Wachskerze in Stickgas, oder Wasser taucht.

Wenn man diese vier Versuche miteinander vergleicht, so folgt daraus folgende Thatsache: das kohlensaure Gas verlöscht den phosphorischen Schein des faulen Holzes um so viel schneller, als es rein von Sauerstoffgas ist.

Die Versuche in den Flaschen Nro. 3. und 4. könnten den Verdacht erregen, als wenn das Brennen des Phosphors, oder ein Rest seiner dampfför-

migen unvollkommenen Säure an dem Verlöschen mit Schuld seyn möchten. Um diesen Verdacht zu entfernen, habe ich mehrere Gegenversuche im Reboulschen Eudiometer angestellt, und das Holz (wenn nur dem Azote noch Sauerstoff beigemengt war) sowohl mitten im leuchtenden Phosphordampfe, als nachher, in der gasförmigen unvollkommenen Phosphorsäure (die ich durch plötzliches Erhitzen der graduirten Kugel vorsätzlich | erzeugte) deutlich leuchten sehen.

9.

Es entstand nun natürlich die Frage, ob das, durch die Kohlensäure verdunkelte Holz durch neue Beimischung von Sauerstoff wieder leuchtend werden würde.

Ich füllte die Flaschen No. 1 und 2 auf $\frac{1}{3}$ mit Wasser und trieb dasselbe, durch frisch bereitete Lebensluft aus. In 2 Minuten warf das Holz einen lebhaften phosphorischen Schein um sich. Die Flaschen Nro. 3 und 4 wurden mit atmosphärischer Luft gefüllt, und das Leuchten zeigte sich eben so schnell.

Ja es fing bereits an, sobald mir der Korkstöpsel der Gefäße geöffnet und diese geschüttelt wurden, damit das kohlensaure Gas sich mit dem atmosphärischen mengte. Ich gestehe, dass die Erscheinung meine Erwartungen übertraf. —

Wirkt aber die reine Luftsäure nur dadurch auf den Körper, dass sie den freien Sauerstoff aus-

schliesst, oder äussert sie auch eine unmittelbare, lichthemmende Kraft? Kann Holz, das Stunden lang in kohlensaurem Gas gestanden hat, doch durch Hinzulassen von Oxygen plötzlich wieder angefacht werden? — Ich tauchte dieselben Holzstücke aus Nro. 1 - 4, welche an der Athmosphäre eben zu leuchten angefangen hatten, abermals in die Luftsäure. Sie verlöschten, wie das erste Mal. Ich liess sie 2 Stunden lang in derselben Flasche ruhen, und es war im Finstern keine Spur der Phosphorescens mehr übrig. Kaum wurden aber 2 - 3 Cubikzoll athmosphärische Luft hinzugelassen, so war der lebhafteste Schein im ganzen Glase verbreitet.

10.

Ich bereitete nun reines, wohlgewaschenes Sauerstoffgas aus Braunstein und Salpeter. Die Höhe, zu der das Wasser stieg, als ich Phosphor darinn unter einer Glocke verbrannte, zeugte von seiner vorzüglichen Güte. Das Holz leuchtete darinn um nichts stärker, als in dem athmosphärischen Gemisch von Sauerstoff- und Stickgas. Die Versuche meines verewigten Freundes und Lehrers, Georg Forster, über die Johanniswürmchen, liessen das Gegentheil vermuthen.

Holzstücke, welche durch heisse Luft, oder andere Mittel, deren ich unten erwähne, verdunkelt waren, erhielten in der Lebensluft ihre Phosphorescenz so wenig, als im Dunstkreise wieder.

Am neugierigsten war ich auf die Versuche im Stickgas. Da ich mich im verflossenen Jahre viel mit der Säuerung des Phosphors beschäftigte, so kannte ich einigermaassen die Schwierigkeiten, sich reines Stickgas zu verschaffen. Ich suchte auf zwei verschiedenen Wegen dazu zu gelangen, und die Uebereinstimmung der Resultate lehrt, dass ich meinen Zweck nicht ganz verfehlte.

In einem Glasaparat, welcher mit dem Reboul'schen Eudiometer im Grossen einige Aehnlichkeit hat, verbrannte ich (nach Morveau's Vorschrift) trockene Schwefelleber (geschwefeltes Laugensalz.) Die atmosphärische Luft wurde auf 0, 24 verzehrt.

Ein unter Wasser eingelassenes Stückchen Phosphor zeigte durch sein Leuchten, dass dem Stickgas noch Sauerstoff beigemengt war. Ich bemerkte, dass dies Leuchten zunahm, wenn ich das Gas mit Wasser schüttelte, nicht bloss, weil Sauerstoffgas aus den Zwischenräumen des Wassers hervor drang, sondern wie Versuche mit dem destillirten*) Wasser lehren, weil nur ein Theil Stickgas (nach Lavoisier**) und Priestley) von dem Wasser aufgenom-

*) Herrn Hildebrand in Crells Annalen 1796. B. 1. S. 497.

**) Lavoisier's Physik, chem. Schriften T, 1. S. 121. Scherer über das Leuchten des Phosphors S. 73.

men wird, und das in weniger Stickgas eingehüllte Oxygen freier und mächtiger auf den Phosphor wirkt. Ich erhöhte die Temperatur des letztern und vernichtete dadurch jede Spur des Sauerstoffs dergestalt, dass die Phosphorescenz völlig aufhörte. Ich schob nun ein Stückchen Holz durchs Wasser in das reine Stickgas, es leuchtete unter dem phosphorsauren Wasser, aber kaum berührte es die Oberfläche desselben und die darüber stehende Luftschicht, so verschwand in wenigen Sekunden aller Schein.

Froh über den gelungenen Erfolg liess ich nun ein paar Blasen atmosphärische Luft in das Gefäss steigen. In einem Augenblick erhielten Phosphor und Holz ihren Glanz wieder, ja der erstere leuchtete früher, als das letztere. Was konnte entscheidender seyn, als dieser Versuch?

12.

In demselben Apparate bereitete ich Stickgas ohne Schwefelleber durch blosse Absorbition mittelst des Phosphors über Quecksilber. Das Holz war vom Anfang an in die graduirte Kugel gebracht. Das Quecksilber stieg nach und nach bis 0, 25 und der Schein des Holzes vergieng ein paar Sekunden vor dem des Phosphors. Alle Erscheinungen waren wie beim vorigen Versuche, als neues Sauerstoffgas dem reinen Stickgas beigemischt wurde.

Ich bleibe bei der Erzählung dieser einfachen Erfahrungen stehen und erinnere nur einmal für immer, dass jedes der hier aufgeführten Experimente

wenigstens 3 mal wiederhohlt ward, und dass diese Wiederhohlung immer vor Zeugen geschehen ist. Bei Gegenständen, in denen recht eigentlich das Auge entscheidet, ist gleichzeitige Wahrnehmung mehrerer Personen zur Vermeidung des Irrthums schlechterdings nothwendig.

13.

Ich hatte zufällig zwei Glocken mit Stickgas vorrätzig, von denen das eine aus erwärmtem Brausteinkalk entbunden, das andere durch aufgelöste geschwefelte Pottasche, nach Scheel's Methode bereitet war. In beiden leuchtete das faule Holz. Practische Chemiker werden sich hierüber nicht wundern, wenn ich erzähle, dass die Schwefelleber nur 8 Tage lang gewirkt hatte, und dass der Braustein das Stickgas kurz vor der Glühhitze, gegeben hatte. Auch zeigte der leuchtende Phosphor deutlich, dass beiden Luftarten Sauerstoff beigemischt war.

Wie vorsichtig muss man bei seinen Versuchen mit Reinigung der gasförmigen Flüssigkeiten seyn !

14.

Ich bin nicht anmassend genug, meine chemischen Arbeiten über die des Herrn Wedgwood *)

*) Greus Journal der Physik. B. 7. S. 45. B. 8. S. 97.

zu erheben. Aber ich erstaune doch, dass er die Phosphorescenz der erglüheten Stoffe, mit denen er experimentirte, im Sauerstoffgas, wie in irrespirablen Gasarten angiebt. Sollte dieser trefliche Physiker seine luftförmigen Flüssigkeiten wohl sorgfältig genug geprüft und gereinigt haben? Sollte nicht beim Hereinbringen der erglüheten Metalle in die Glocken, atmosphärisches Sauerstoffgas, von dem zur Erzeugung des Lichts eine so unendlich geringe Menge erfordert wird, eingedrungen seyn?

15.

Die Reinigung des Wasserstoffgas hat weniger Schwierigkeit, als die der Stickluft. Doch erfordert sie eine eigene Vorsicht. Ich erwähne nicht der gemeinen Regeln, die Schwefelsäure mit destillirtem Wasser zu verdünnen, die atmosphärische Luft aus dem Gefässe abgesondert, entweichen zu lassen, u. s. f.

Man mag dieselben auch noch so pünktlich befolgen, so erhält man doch ein Wasserstoffgas, welches ein Minimum von Sauerstoff enthält. Die Schwefelsäure selbst ist, wie alle in unsern Dunstkreis eingetauchten Stoffe, in ihren Zwischenräumen mit atmosphärischer Luft durchdrungen. In der erhöhten Temperatur entbindet sich diese Luft und gehet in den pneumatischen Apparat über.

16.

Ich reinige deshalb das inflamable Gas zu solchen feineren Arbeiten ebenfalls mit Phosphor.

Man muss sich hüten, denselben nicht zu entzünden, weil man die Masse des beigemengten Sauerstoffs a priori nicht wissen, und er daher gefährliche Explosionen erregen kann.

Besser ist es, man lässt den Phosphor Stundenlang, bis zu seiner Verdunklung, in dem Wasserstoffgas leuchten. Durch eine, bis auf einige Entfernung genäherte schwache Lichtflamme, suche ich diese Arbeit zu beschleunigen.

17.

Wenn man leuchtendes Holz dergestalt in das Wasserstoffgas einsenkt, dass die eine Hälfte davon noch der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, so sieht man bei unreinem, d. i. mit Sauerstoff gemischtem Wasserstoffgas, die untere Hälfte erst nach einer halben Stunde verbleichen. Nach, $\frac{1}{2}$ - 2 Stunden ist alle Phosphorescenz verschwunden. In sorgfältig gereinigtem Wasserstoffgas hingegen erfolgt dies Verschwinden in wenig Minuten.

18.

Aus diesen Versuchen in verschiedenen Gasarten folgt demnach: dass das Leuchten des faulen Holzes nur in Berührung mit Sauerstoffgas möglich ist, und dass das in irrespirablen Gasarten verdunkelte Holz seine Phosphorescenz sogleich durch Zulassung neuen Sauerstoffs wiedererhält.

Im unreinen kohlen-sauren Gas verlöscht das Holz erst in 14 - 20 Minuten.

Man sieht deutlich, wie es nach und nach immer schwächer und schwächer leuchtet.

Beweist diese Thatsache nicht, dass bei dem Leuchten eine Absorb-tion des Sauerstoffs selbst vor sich geht?

Diese Absorb-tion äussert sich noch auf eine andere Art. Bringt man Phosphor in ungereinigtes kohlen-saures Gas, so leuchtet er stärker, als wenn etwas phosphorescirendes Holz 15 - 20 Minuten lang bis zum Verlöschen darin gelegt ist. Dass er aber selbst nach dem Verlöschen noch einige Zeit lang leuchtet, scheint zu beweisen, dass das Holz mehr Sauerstoff, als der Phosphor bedarf.*)

Ich glaubte, dass das erstere als faulende, nicht als leuchtende Substanz Oxygen absorbire. Ich vernichtete die Phosphorescenz durch heisse Luft, und warf das verdunkelte Holz nun in unreines Stickgas. Aber der hereingebrachte Phosphor

*) Zur Vergleichung zwischen dem Phosphor und dem faulen Holze gehört auch noch Boyles Erfahrung, dass letzteres im Guerickischen Vacuum verlöscht. Eben dies erfolgt beim Phosphor. S. Hist. de l'Academie des Sciences. 1773. T. I. p. 19.

leuchtete nach 20 Minuten eben so stark, als hätte kein Holz in der Flasche gelegen.

21.

Die Idee einer Absorbtion des Sauerstoffs musste sehr natürlich auf den Gedanken leiten, ob leuchtendes Holz im Eudiometer mit Quecksilber gesperrt, das letztere nicht sollte steigen lassen, ob man dadurch nicht zu quantitativer Bestimmung der absorbirenden Luftmenge gelangen sollte?

Versuche haben gelehrt, dass man auf diesem Wege nur unreine Resultate erhalte. In jedem Faulungsprocess werden Gasarten zersetzt und gebildet, es mag mit leuchtenden Phänomenen begleitet oder nicht begleitet seyn.

Die sich entbindende kohlensaure Luft, die aufsteigende brennbare, kann bald eben so viel, bald mehr, bald weniger, als das absorbirte Sauerstoffgas betragen. Die Quecksilbersäule musste daher in der graduirten Röhre bald stehen bleiben, bald um $\frac{1}{4}$ Linie sinken, bald steigen. Für die durch das Leuchten bewirkte, oder mit ihm zusammenhängende Absorbtion beweiset dies gar nicht. Dazu ist es sehr schwer, das Holz, da man es nicht von neuem benetzen darf, über 2 Tage lang in der Eudiometerkugel leuchtend zu erhalten.

22.

Wird beim Phosphoresciren des Holzes und der Verzehrerung der Lebensluft Wärmestoff frei?

Auch diese Frage können Versuche nicht entscheiden, da z. B. die durch Verdampfung des Feuchten erregte Kälte das Thermometer gerade eben so viel senken kann, als es der entbundene Wärmestoff erheben würde. Ja! wird das bei Zersetzung der Lebensluft entweichende Calorique nicht vielleicht gleich wieder mit dem ausstrahlenden Lichtstoff verbunden, dient er demselben nicht vielleicht zum fluide déférent?

Es ist immer schon viel gewonnen, wenn die Theorie uns belehrt, warum Versuche nicht entscheiden können.

23.

Im kalten Wasser phosphorescirt das Holz mehrere Tage lang ununterbrochen, und Boyles Behauptung über das Verlöschen darinn ist irrig. Da alles Brnnnenwasser mit Luft gemengt ist, so lassen die vorerzählten Versuche (über die Nothwendigkeit des Sauerstoffgas zum Leuchten) fast schliessen, dass jene beigemengte athmosphärische Luft die Phosphorescenz erhält. Eine alte Beobachtung des D. Slare *) scheint diesen Schluss zu unterstützen. Dieser sah den Phosphor unter dem Wasser bisweilen blitzähnliche Erscheinungen geben. Herr Scheerer erhitzte Wasser in engen Glasröhren und sah nun den Phosphor in den sich aus dem Wasser entwickelnden Luftblasen leuchten.

*) Philos. Transact. 1683. Vol. 13. p. 289.

Sonderbar ist es indess immer, dass faules Holz immerfort und Phosphor nur selten im Wasser leuchtet, da nach §. 20 der letztere doch weniger Sauerstoff, als das erstere, zur Lichtentbindung bedarf!

24.

Wenn man Wasser bis 80° R. erhitzt, so verlischt das Holz augenblicklich darinn.

Da alle bisher bekannten Lichtentbindungen durch Erhöhung der Temperatur vermehrt, oder erleichtert werden, so schien mir diese Entdeckung sehr wichtig. Ich glaubte anfangs, dass wenn anders die in dem Wasser enthaltene atmosphärische Luft die Phosphorescenz des Holzes unter dem Wasser unterhält, jenes Verlöschen von dem, durch das Sieden ausgetriebenen Luftblasen herrühre. Ich vermuthete, dass dies Wasser, wenn es von dem Zutritt der Luft abgehalten würde, und die ausgetriebene Luft nicht wieder verschlucken könnte, auch kalt die Phosphorescenz vernichten würde.

Aber ich ward in meinen Erwartungen getäuscht. Ich verschloss sorgfältig eine volle Flasche mit siedendem Wasser, in welchem Holz verlöscht war.

Nach dem Erkalten wurde neues leuchtendes Holz unter Wasser in die Flasche hereingebracht, aber es leuchtete fort, obgleich die Luftmenge, wel-

che die Flüssigkeit während und nach dem Sieden in ihren Zwischenräumen enthielt, gewiss deiselbe war.

25.

In sorgfältig und frischbereitetem destillirten Wasser phosphorescirt das Holz nicht schwächer, als im luftvollen. Doch beweiset dies nicht apodictisch gegen die Coexistenz des Leuchtens und der das Holz berührenden Lebensluft. Denn destillirtes Wasser ist nicht luftleeres.*)

Die Wärme kann nicht alle Luft austreiben, sondern sie nur in den Zwischenräumen verdünnen. Tritt nun das destillirte Wasser mit luftvollem Wasser, oder gar mit der atmosphärischen Luft selbst in Berührung, so werden jene luftverdünnten Zwischenräume wieder gefüllt. Es dringt, da alles nach dem Gleichgewicht strebt,**) neue

*) Man gedenke der merkwürdigen Beobachtung eines Westrumb über destillirtes Wasser. S. dessen physical. chemische Abhandlungen. H. 2. S. 207. und Hildebrandt de metallorum puritate. 96. p. 7.

*) Wenn man in eine Barometerröhre luftvolles und sogenanntes luftleeres Quecksilber über einander füllt, so findet man nach einiger Zeit die Luft in beiden Quecksilberarten gleich vertheilt. Ja! ausgekochtes Quecksilber füllt sich aus eben dem Grunde mit Luft, weil der Theil, welcher die Atmosphäre berührt, ununterbrochen Luft einschluckt, und diese Luft den obern Schichten (durch die luftdünnen Zwischenräume) zuschickt.

Luft, entweder aus dem Dunstkreise unmittelbar, oder aus dem Wasser, durch welches jener mit der Flasche communicirt, in dieselbe ein. Man mag daher (auf welche Weise man wolle) das Holz in das Gefäß mit destillirtem Wasser bringen, entweder indem man den Stöpsel frei öffnet, oder indem man das Oeffnen unter luftvollem Wasser vornimmt, so ist man nie sicher, dem Eindringen neuer Luftblässchen zu steuern. Das Oeffnen im ausgekochten Quecksilber ist noch unbequemer, da sich, indem man das Holz in die metallische Flüssigkeit einsenkt, Luft an dieses anhängt, und es gleichsam umhüllt.*) Man mag daher noch so sorgfältig verfahren, so wird man nie beweisen können, dass das Holz unter dem Wasser mit keinem Sauerstoffgas in Berührung stand. Im Gegentheil sprechen die Versuche §. 7 - 18. eher für diese Berührung, und wer wagt es zu entscheiden, wie viel Sauerstoffgas zu diesem Leuchten erforderlich ist?

Aber nicht bloss siedendes Wasser, sondern auch solches, welches eine weit niedrigere Temperatur hat, vernichtet die Phosphorescenz des Holzes so unwiederbringlich, dass weder Eintauchen in kaltes Wasser noch Berührung mit Sauerstoffgas dieselbe wiederherstellt. - Ja! was das auffallendste

*) Selbst wenn man ein Licht von Sauerstoffgas in Stickgas bringt, so hängt sich von jenem an den Tocht an, wie ich durch unterirrdische Versuche an einem andern Ort gezeigt. S. Annalen 1795. B. 2. S. 109. (in der Abhandlung über die Grubenwetter.)

ist, es giebt einen sehr bestimmten Thermometergrad, über welchem das Leuchten aufhört, und in welchem es sich noch erhält. Nach wiederholten Versuchen fällt derselbe zwischen 30 und 32° R.

27.

Das heisse Wasser äussert seine nachtheilige Wirkung auf die Lichtentbindung, nicht als tropfbares, aus Wasser und Sauerstoff zusammengesetztes Fluidum, sondern blos als ein Medium, welches dem Holze eine hohe Temperatur mittheilt. Ich verschloss ein Thermometer in eine Flasche mit atmosphärischer Luft und senkte dasselbe in siedendes Wasser. Es zeigte auf 58° R, welche Zahl demnach die Erwärmung jener eingeschlossenen Luft ausdrückt. Leuchtendes Holz wurde nun in eine ähnliche Flasche ins Wasser eingesenkt. Nirgends konnten auch nur die Wasserdämpfe die innern Flaschenrände berühren — aber die heisse Luft verlöschte sogleich den phosphorischen Schein. Dasselbe Holzstück wurde vergebens in eine Glocke mit Lebensluft geworfen. Es erhielt seinen Glanz nicht wieder. In dem Munde eines gesunden Menschen, ist die Temperatur nur $27 - 29^{\circ}$ R.

Der Versuch §. 25 erklärt daher, warum leuchtendes Holz im Munde nicht verdunkelt wird.

28.

Alle andern tropfbaren Flüssigkeiten (ausser Wasser unter $30 - 32^{\circ}$ R.) vernichten die Phos-

phorescenz des Holzes, einige mehr, andere weniger schnell.

In alkalischer Auflösung (oleum tart. per del) verschwindet der Glanz, im Alkohol 6 Minuten, in allen Säuren 9 - 12 Minuten nach dem Eintauchen.

Selbst der Theil des Holzes verlischt, welcher über der Flüssigkeit steht, wahrscheinlich, weil diese von dem Haarröhrchen des Holzes eingesogen wird.

Abwaschen der alkalischen Auflösung mit Wasser stellt den Glanz so wenig, als Neutralisirung durch Säure her.

29.

Wenn die Vermuthung gegründet ist, dass die Phosphorescenz des Holzes unter dem Wasser, wegen der in demselben enthaltenen Luft fortdauert, so kann dagegen Mangel dieser Luft nicht Ursache des Verlöschens in den Säuern und alkalischen Solutionen seyn.

Ich sah Holz in 10 Cubikzoll reinem Wasser leuchten. Als 0, 08 Cubikzoll verdünnte Kochsalzsäure darunter gemischt wurden, verlor sich der Glanz in 20 Minuten. Die Flüssigkeit hatte während der Zeit gewiss nicht von ihrer atmosphärischen Luft eingebläst. Ich stelle mir vielmehr den Zusammenhang dieser Erscheinung so vor: wenn das Gleichgewicht zwischen den Bestandtheilen or-

ganischer Stoffe aufgehoben ist und der wichtige chemische Process der Fäulniss beginnt, so wird derselbe durch die Temperatur und Beschaffenheit des umgebenden Mediums mannigfach modificirt. Ist z. B., der Wärmegrad geringe, so tritt der Wasserstoff an den Sauerstoff und bildet Wasser, ist die Temperatur beträchtlich erhöht, so geht der Sauerstoff sogleich eine Verbindung mit dem Kohlenstoff zur Kohlensäure ein.

Der verewigte Lavoisier hat diese Phaenomene in seinem *Traité Elementair* sorgfältig zergliedert, und diesen Abschnitt von Zerlegung der vegetabilischen und animalischen Substanzen *) macht vielleicht den schönsten Theil dieses philosophischen Werks aus. Die verschiedenen Zustände der Gährung machen gleichsam Grade einer Scala aus.

Die organische Materie durchläuft sie alle, bis zum grossen Process gänzlicher Auflösung. Aber ein Stoff weilt länger auf diesem, ein anderer auf jenem Punkte der Scala. Manche derselben werden so schnell durchlaufen, dass man sie übersprungen glaubt.

30.

Da nun aus diesen Betrachtungen folgt, dass jede gährende, oder faulende Substanz, in jedem Augenblicke ihrer Existenz, ihren Mischungszustand

*) Nach Hermbstaedts Uebersetzung Th. I. S. 152.

ändert, und da ihre natürliche Phosphorescenz von dieser Mischungsveränderung abhängt; so muss alles, was auf diese Bezug hat, auch jene erhöhen, oder vernichten. Es giebt daher zwei Bedingungen, unter welchen der Glanz des faulen Holzes verlöschen muss, Bedingungen, von denen eine unmittelbar, die andere mittelbar auf die Lichtentbindung wirkt. Auch ist in meinen vorerzählten Versuchen dieser Unterschied sehr auffallend. Wird die Berührung des Holzes mit dem Sauerstoff aufgehoben, so verschwindet die Phosphorescenz. Die Zersetzung mit Lichtentbindung hört auf bis neue Lebensluft wieder zugelassen wird. Dauert aber auch die Berührung mit Sauerstoff fort, und wird dagegen die Temperatur des ungebundenen Mediums (§. 24 - 27) beträchtlich erhöht, so geht die faulende Substanz neue Mischungsverhältnisse ein; sie verlässt gleichsam den vorigen bestimmten Grad der Gährungsscala, der eine wesentliche Bedingung der Lichtentbindung war. Erhitzung, Säure, Oel, Alcohol wirken also nur mittelbar auf die Phosphorescenz! — Eben so hört der Kunckelsche Phosphor zu leuchten auf, wenn er entweder mit dem Sauerstoffgas nicht im Contact steht, oder bei diesem Contact mit Schwefel vereinigt ist.

31.

Versuche mit leuchtenden Fischen habe ich noch nicht angestellt. Sollte sich bei diesen finden, wie die Analogie wahrscheinlich macht, dass eben so (wie ich beim Holze entdeckt) Zutritt der Lebensluft nothwendig zur Lichtentbindung ist, so wür-

de dadurch der Satz: dass diese Lebensluft die alleinige Quelle des Lichts ist, eine wichtige Bestätigung erhalten zu haben scheinen. Aber diese Bestätigung wäre in der That nur scheinbar, und auf eine unvollständige Induction gegründet. Wenn es schwer ist, feinere Versuche zu ersinnen und anzustellen, so ist es noch schwerer, aus den Versuchen nicht mehr zu folgern, als durch sie begründet wird.

32.

Zahllose Erfahrungen über das Verbrennen der säuerungsfähigen Basen lehren, dass ein inniger Zusammenhang zwischen der Zersetzung der Lebensluft und dem Phänomene des Leuchtens ist.

Sie lehren, dass in demselben Zeitpunkte, als der Sauerstoff an jene Basen tritt, eine Lichterscheinung sich unsern Augen darstellt. Dies beweisen sie und nichts mehr! — Folgt daraus, dass nie Lichtentbindungen vorgehen können, als wo Lebensluft zersetzt wird? Ist es nicht eben so gut möglich, dass der Lichtstoff durch ein Spiel der Affinitäten mittelst des Sauerstoffs den acidifiablen Basen entlockt werde, als dass er sich wie, der Wärmestoff aus der zersetzten Lebensluft entbinde? Ich werde mich fortgesetzt bemühen (ohne das umständlich zu wiederholen, was vortrefliche deutsche Physiker Lichtenberg, Leonhardi, Richter und Gren, darüber vorgetragen) durch Versuche und allgemeine Betrachtungen, diese Fragen ihrer Beantwortung näher zu bringen.

Von einem Streite zwischen phlogistischem und antiphlogistischem Systeme, ist hierbei keine Rede. Die wichtigsten neuen Sätze des letztern beziehen sich blos auf die Verhältnisse ponderabler Stoffe, und wenn man denjenigen, der den Lichtstoff im brennenden Körper selbst annimmt, darum einen Phlogistiker nennen will, so ist zu beweisen, dass die Herren Guyton, Fourcroy und Vauquelin selbst Phlogistiker sind. Diese vortreflichen Chemiker halten es für gar nicht entschieden, dass das Sauerstoffgas die ausschliessliche Quelle des Lichtstoffs sey.

Auch derjenige Theil der Antiphlogistiker, welche Licht und Wärmestoff für Modificationen Einer Substanz halten, können die Lebensluft nicht als alleinige Ursache der Lichtentbindung betrachten, da es keinen Grund giebt zu zweifeln, dass der Wärmestoff nicht auch aus andern Substanzen strahlend, als Licht, hervortreten sollte. Wer würde diese Parthei darum zu den Phlogistikern zählen? Selbst der Name Phlogiston scheint mir für die Basis des strahlenden Lichts nicht vorsichtig genug gewählt.

Einmal kann er, wie schon mein verewigter Freund Gehler anmerkt, zu Verwirrungen der Ideen Anlass geben, da dem neuen Phlogiston eine ganz andere Rolle, als dem alten Stahlischen übertragen wird. Dann ist Brennen ein allgemeiner höherer Begriff, als Leuchten, und die Basis des strahlenden Lichtes, ist eigentlich nur Leucht- oder Lichtstoff, nicht Brennstoff selbst.

Wer wollte sich indess an Namen stossen, wo die Begriffe so schön zergliedert werden, als in den Schriften eines Leonhardi, Gren und Richter.

35.

Nach der jetzigen Masse von Erfahrungen, die wir gesammelt, scheint es bereits erwiesen, dass der Lichtstoff nicht der Lebensstoffluft allein zuzuschreiben, sondern im reichlichen Maasse in andern Stoffen enthalten ist. Die erste Instanz nehme ich von meinem Versuche §. 3, über die Entbindung eines reinen Sauerstoffgas aus Pflanzen durch Zersetzung des Wassers im Finstern her.

Dieses Sauerstoffgas zeigt in Berührung mit entzündlichen Körpern alle Phänomene des strahlenden Lichts. War nun dieser entbundene Lichtstoff in der Lebensluft enthalten, so muss er aus dem Stickgas, oder aus dem Wasser in dasselbe übergegangen seyn!

34.

Eine zweite Instanz liegt in der Erzeugung des oxygenirten Kochsalzsauern Dunstes. Herr Gren hat bereits darauf aufmerksam gemacht.*) Der Dunst, welcher die merkwürdigsten Erscheinungen des strahlenden Lichts giebt, geht über, indem man bei dunkler Wärme Kochsalzsäure auf oxygenirten Braun-

*) Handbuch der Chemie 94. B. I. S. 519.

stein giesst. Wo nimt er den Lichtstoff auf, wenn derselbe dem zersetzten Gas und nicht dem brennenden Körper seinen Ursprung verdanken soll?

35.

Eine dritte Instanz scheint mir das von den Herren Deimann und Paets von Troostwyk, so benannte Oxide gazeux d'azote (welches sein Entdecker Priestley unter dem Namen: dephlogisirte Salpeterluft beschreibt) zu seyn. Nitröses Gas entsteht, wenn man Salpetersäure auf Metalle giesst. Dieses Gas in Berührung mit geschwefeltem Eisen, giebt das Oxide d'Azote, in dem Lichte nicht nur fortbrennen, sondern wie ich bei zwei Bereitungen im verflossenen Sommer gesehen, bisweilen strahlen. Man dencke sich die Erzeugung dieses Gas vollends im Finstern, und frage nun, woher der Lichtstoff, den die Kohle aus demselben entbinden soll? Kam er aus dem Zinn, aus der Salpetersäure, oder aus dem geschwefelten Eisen? Die ganze Bereitung geht in einer niedrigen Temperatur vor, und eines künstlichen Feuers, geschweig der Glühhitze (mit der man fast alles erklärt) bedarf es gar nicht. Auch ein problematisches Gas, welches Herr Hermbstaedt*) beschreibt, scheint hieher zu gehören.

*) Lavoisiers Chemie übersetzt von Hermbstaedt B. 1. S. 303. Ich habe seit kurzem einige Erfahrungen gesammelt, nach denen Bergleute in unterirrdischen Wettern erstickten, in welchen die Grubenlichter fortbrannten. Sollte sich oxidirtes Stickgas im Innern der Erde bilden?

Eine vierte Instanz ist der berühmte Versuch der Amsterdamer Chemiker *) über Mischungen von Schwefel und Kupfer, die sich im luftleeren Raume, wie in jeder respirablen Gasart entzünden, oder wenigstens erglühen. Aus welchem Stoffe geschieht hier die Lichtentbindung? Bei so erfahrenen Chemikern darf man wol nicht zweifeln, dass sie sauerstoffreine Gasarten bereitet haben.

Nimmt man an, dass das Gemisch stets feucht ist und Wasser zerlegt wird, so erklärt sich dadurch wohl das Daseyn des Sauerstoffs, nicht des Sauerstoffgas, in welchem neben dem Wärme- und Sauerstoff auch Lichtstoff gebunden ist.

Eine fünfte Instanz wäre von dem Leuchten so vieler Körper unter dem Wasser herzunehmen. Ich habe dieser Art von Versuchen bereits oben (§. 2. und 23 - 26) erwähnt. Auch die Glasstücke **) welche in ihrem Innern unter Wasser glühen, gehören hieher.

Aber bei diesen Erfahrungen ist die gänzliche Abwesenheit der Lebensluft, streng genommen, nicht zu beweisen.

*) Grens Journal der Physik B. 8. S. 19. Die erste Entdeckung gehört offenbar dem Baumé (Experimental Chemie Th. 2. S. 679.) zu.

**) S. Lichtenbergs Briefe an Pfaff in Grens Journal. B. 8. S. 280.

Eine sechste Instanz liegt in einigen elektrischen Erscheinungen, die sehr alltäglich, aber in dieser Rücksicht noch gar nicht betrachtet sind. Bei Zersetzung des elektrischen Fluidums (§. 2.) wird Licht- und Wärmestoff entbunden. Die Masse des letztern ist ungeheuer gross.

Ich habe im Winter 1796. mit der vortreflichen Scheibenmaschine des Herrn D. Herz eigene Versuche darüber angestellt, und alle Behauptungen des Herrn von Marum vollkommen bestätigt gefunden. Durch diese plötzliche Entbindung des Wärmestoffs aus dem elektrischen Fluidum lässt sich sehr leicht seine grosse Wirksamkeit auf belebte Organe erklären.

Wenn der chemische Process des Lebens in einer Zersetzung des Sauerstoffgas durch die Elemente der thierischen Materie besteht, so muss es von der erhöhten oder erniedrigten Temperatur hauptsächlich abhängen, ob die Lebensflamme angefacht, oder verlöscht wird. In meinem nun fast vollendeten Werke, über die gereizte Muskel- und Nervenfasern, werde ich durch eine Reihe von Versuchen darthun, dass der Begriff von diesem chemischen Lebensprocess, kein blosses Spiel der Phantasie, sondern ein Resultat einfacher Erfahrungen ist. — Wenn man das elektrische Fluidum bei seinem Durchgange durch irrespirable Gasarten leuchten sieht, so folgt daraus blos, dass der Lichtstoff mit den unbekannten Stoffen x. y. (deren Comple-

xus wir $\pm$ E. nennen) von aussen in die Gefässe eindringt. Es fragt sich also, wird dies $\pm$ E. aus dem idioelektrischen Körper nicht bloß unter Berührung der atmosphärischen Lebensluft entbunden? Ich gestehe, dass es uns hierüber noch sehr an Thatsachen fehlet. Man hat Elektrisirmaschinen unter die Glocke der Luftpumpe gesetzt und versichert, alle elektrischen Erscheinungen, wie im luftvollen Raume beobachtet zu haben. Ich erwähne nicht der Unvollkommenheit eines solchen Apparats, indem die Scheibe von aussen gedrehet werden soll, ohne äussere Luft eindringen zu lassen. Aber ist das Guerikische Vacuum wohl mehr, als ein sehr luftverdünnter Raum? Mag in ihm nicht Lebensluft genug übrig bleiben, um jene Lichtentbindung zu bewirken?

Dazu war die Elektrisirmaschine, wo sie aufstand, mit dem elektrischen Fluidum der ganzen Erdmasse in leitender Verbindung. Wie also wenn das $\pm$ E, welches die Scheibe hergab, nicht einmal im Guerickschen Vacuum gleichsam neuerzeugt, sondern nur zugeleitet, aus Körpern zugeleitet war, in denen es doch unter Berührung mit Lebensluft ursprünglich gebildet worden ist? Wir wollen zu Versuchen übergehen, in welchen die Bedingungen weniger zusammen gesetzt sind. Es ist seit Hawksbee erwiesen, dass das Leuchten des Quecksilbers in verschlossenen Glasröhren eine elektrische Erscheinung ist, erwiesen, dass völlig luftleere Röhren gar nicht leuchten, und dass ihre Phosphorescens erst anfängt, wenn sich aus dem Quecksilber etwas Luft entwickelt. Dieses Phänomen spricht aller-

dings für die Behauptung, dass Lebensluft zur Entbindung des electrischen Lichtes nothwendig ist. Aber eben dies Phänomen scheint mir auch zu erweisen, dass das Licht nicht in dieser Lebensluft selbst enthalten seyn kann. Ich tauchte die Röhre in eine ideoelektrische Flüssigkeit, in Oel ein; Stunden, Tage, Monate lang sah ich sie phosphoresciren, so oft das Quecksilber sich an der Wand der Glasröhre streift. Auch angenommen, die Masse atmosphärischer Luft in der Röhre, betrage 0,5 Cubiklinien, angenommen das Sauerstoffgas sey von dieser volle 0,13 Cubiklinien, so musste dieses Luftbläschen wohl längst zersetzt seyn, wenn es so ununterbrochen strahlendes Licht von sich gegeben hätte. Die Erfahrung lehrt uns aber nichts von dieser Lichtberaubung. Das Quecksilber phosphorescirt Jahre lang mit gleicher Stärke, und wendet man ein, dass die zersetzte, ihres Lichtstoffs entleerte Luft über dem Quecksilber aus diesem, (welches, selbst ausgekocht nie ganz luftleer ist) erneuert werde, so sprechen direkte Erfahrungen gerade zu gegen diese Einwendung. In eben dem Maasse nemlich, als sich aus schlecht getrocknetem Quecksilber neue atmosphärische Luft entwickelt nimmt das Licht der Röhre ab. Eben so kann man Barometerröhren, welche vortreflich leuchten, sogleich verdunkeln, wenn man ein neues Luftbläschen, sey es auch noch so klein, in das sogenannte Torricellische Vacuum steigen lässt. — Man vergleiche das Licht, welches sich aus 40 Cubikzoll Sauerstoffgas in wenigen Minuten entwickelt, wenn man Eisen, oder Kohlen darinn verbrennt, mit dem, welches jene Hawksbeeschen Röhren, Jahre lang ausstrahlen, und

ich frage: ob es wahrscheinlich ist, dass jene 0,13 Cubiklinien Luft so viel Lichtstoff in ihrer Mischung enthalten? Durch das elektrische Reiben kann aber, wie durch jeden andern Process, kein neuer einfacher Stoff erzeugt, sondern nur das entwickelt werden, was in den geriebenen Stoffen, oder denen, welche mit ihnen in wirksamer Verbindung stehen, ursprünglich enthalten ist.

39.

Aus allen diesen Erfahrungen folgt demnach, dass bei der jetzigen Lage unserer physikalischen Kenntnisse, es keineswegs mehr apodiktisch zu behaupten sey, dass der Lichtstoff nur in dem Sauerstoffgas allein gebunden sey. Wahrscheinlicher und jenen bisherigen Erfahrungen angemessener ist es hingegen anzunehmen, dass der Lichtstoff, wie der Wärmestoff, sich mit allen Substanzen, die von den Sonnenstrahlen getroffen werden, chemisch zu verbinden fähig sey.

Diese Meinung haben auch Newton, alle ältere Chemiker und unter den Neuern Lavoisier, Sage, de Luc, Pictet, Saussure, Senebier, Lichtenberg, Gmelin, Crell, Leonhardi, Gren und Lampadius öffentlich vertheidigt.

40.

Ueber die Menge des Lichtstoffs, welche in diesem oder jenem Körper gebunden ist, haben wir

keine sichere Erfahrung. Es scheint mir noch gar nicht erwiesen, dass der Kunklische Phosphor mehr Lichtstoff, als der Kalkstein enthalte. Denn das Leuchten des erstern zeigt nur, dass er unter gewissen Verhältnissen den Lichtstoff leichter fahren lasse. Dagegen zeigen Cantons und Wedgwoods Versuche, dass alle Substanzen, die Fähigkeit haben, eine grosse Masse von Lichtstoff zu binden und wieder von sich zu geben.

41.

Viele neuere Chemiker nehmen an, der Lichtstoff sey im Wasserstoffgas, nicht aber im Sauerstoffgas enthalten. Diejenigen, welche Phlogiston und Lichtstoff für Basis des strahlenden Lichtes halten, vertheidigen deshalb den alten Namen dephlogisirte Luft. Diese Annahme ist aber sehr hypothetisch, und durch keine Thatsache erwiesen. Gesetzt auch, man könnte dardun, die Flamme verdanke ihr Licht dem brennenden Körper, (Tocht) allein, so würde daraus nur folgen, dass bei dieser Zersetzung der Lebensluft, der Lichtstoff nicht frei werde, dass er mit dem Sauerstoff an die Kohle trete, keinesweges aber, dass das Sauerstoffgas keinen Lichtstoff enthalte.

42.

Da die meisten und häufigsten Lichtentbindungen aus den Körpern gleichzeitig mit Zersetzung der Lebensluft und Aufnahme des Sauerstoffs sind; so hat man zu voreilig daraus geschlossen, es

müsse jedes Leuchten mit der Zersetzung des Sauerstoffs in Causalverbindung stehen. Mehrere Erfahrungen (§. 32. 33. 34.) lehren aber, dass es Lichtentbindungen giebt, bei denen jenes Gas gar keine Rolle spielt.

Blosses Reiben kann eben so gut Licht- als Wärmestoff aus den Körpern entwickeln, und wenn aus zwei Substanzen, welche verschiedene Capacitæten für den Lichtstoff haben, eine dritte wird, so kann dies Aggregat bei geringerer Capacität*) Licht fahren lassen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

43.

Eine wenig beachtete, und überaus sonderbare Thatsache scheint mir die zu seyn, dass das unterirdische Grubenholz sich fast nie im Zustande der Phosphorescenz befindet. Ich berufe mich hiebei nicht blos auf meine eigene praktische Erfahrung, sondern auf meine sorgfältigsten Nachforschungen bei alten Bergleuten in Deutschland, Pohlen, England, den Niederlanden, der Schweiz, Frankreich und Italien.

Wo ist aber ein Ort, wo sich alle Arten des Holzes in so unendlich verschiedenen Abstufungen der Fäulniss und Nässe befinden, als gerade in unsern Gruben?

*) Grens Chemie 94. Th. 2. S. 110.

Die Wärme derselben kann dem Leuchten nicht hinderlich seyn, denn wie viele Stollen haben nicht den frischesten Wetterwechsel, und wo warme Luft ist, übersteigt sie nie 20° R. — Am Sauerstoff fehlt es ebenfalls nicht, wie das Athmen der Menschen und Brennen der Lichter auf den krüpplichsten Strecken lehrt. Ich vermuthete vielmehr, dass die Ursache in der Finsterniss selbst liegt. Das faule Holz scheint wie der Cantonsche Phosphor, oder (nach Beccari*) fast alle dem Lichte ausgesetzte Stoffe, während des Fäulungsprozesses die Lichtstrahlen von sich zu geben, welche es vorher eingesogen hat. Kein Wunder daher, wenn das Grubenholz, den Sonnenstrahlen seit vielen Jahren entzogen, diese phosphorische Lichtentbindung so selten zeigt.**)

Auf einer Rotheisensteingrube des Nailaer Revier habe ich eine Beobachtung gemacht, welche diese Erklärung sehr zu bestätigen scheint. Ein sehr langer stehender Bolzen war dicht unter der Hängebank so gestellt, dass der obere, aber nicht der untere Theil desselben, vom Tageslicht getroffen wurde. Der ganze Stamm war in gleicher Fäulniss, aber nur der obere Theil phosphorescirte bei Nacht. Eben so habe ich gesehen, dass altes und zerrissenes Grubenholz, welches an seinem

*) Comment. Bonon. T. 2. P. 2. p. 136.

**) Allerdings so selten, auch neueren Erkundigungen nach. Doch hat ein sehr genauer Beobachter, Herr Bergamtsassessor Freiesleben zu Marienberg wirklich einmal eine unterirdische Pflanze (einen Lichen filamentosus) in der Grube leuchten sehen.

Standorte gar nicht leuchtete, zu leuchten anfieng, als es einige Tage dem Sonnenlichte ausgesetzt war.

44.

Wie aber, wenn das Leuchten des Holzes von einer kleinen Flechte dem *Byssus phosphorea* abhänge, und das Grubenholz nur darum nicht phosphorescirte, weil jenes Gewächs nicht zur unterirdischen Flora gehört? Ich gestehe zwar, dass ich in der Grube noch keine Flechte gefunden, welche mit denen übereinstimmte, welche die Botaniker unter den Namen *Byssus phosphorea* *) beschreiben. Aber jeder Naturforscher, welcher im Freien herbarisirt, wird jene Meinung, welche das Leuchten dem *Byssus* zuschreibt, für ein Vorurtheil erklären. Das meiste faule phosphorescirende Holz ist, (wie die mikroskopische Untersuchung mich gelehrt hat) frei

*) Es geht mit dieser Pflanze, wie mit dem Veilchenmoose, das in unsern Floren ganz verschiedene Species unter sich begreift. S. meine *Flora fribergensis* p. 60. n. 105. Die *Lepra phosphorea* Schrank Bair *Flora* n. 1577. ist sehr verschieden von *Byssus phosphorea*, Lin. spec. 1638. n. 2. Murray *Sys. Veg.* p. 974. Roth. *Flora germ.* p. 517. n. 3. Leers *flor. Herborn.* n. 1001. Gled. *Met. Jung.* p. 22. n. 3. Behm *Flor. Lips* n. 878. Baumgarten *Flor. Lips.* n. 1468. Willdenow *Flor. Berol.* n. 1026. Scholl *Flora Barb.* n. 1122. Pollich *Flor. Palat.* n. 1147. Leyser *Flor. Hal.* n. 1176. Michaeli *Gen. Tab.* 90. f. o. Dillen *Musc. f. 1. f. 6.* Necker *Flor. gallobelg.* p. 63. Lumner *Flor. Posoniensis* n. 1163.

von jedem flechtenartigen Ueberzuge. Ja ich habe den *Byssus phosphorea* vom leuchtenden Weidenholz abgeschält, und wenn er rein und sorgfältig abgezogen war, für sich nicht leuchten gesehen.

45.

Meine vorerzählten Versuche (§. 19 - 21) machen es fast gewiss, dass während der Lichtentbindung aus dem faulen Holze Sauerstoffgas zersetzt, und Sauerstoff absorbirt wird. Diese Versuche haben eine grosse Aehnlichkeit mit denen, welche ich in meiner chemischen Pflanzenphysiologie *) beschrieben, und in denen Tannenholz bei jeder niedrigen Temperatur das Sauerstoffgas zersetzte. Hier bildete sich erst Wasser, und wenn die Kohle vom Hydrogen enthüllt war, kohlen-saures Gas. Während dieser Zersetzung der Lebensluft und Bildung neuer Gasarten aber, war kein Leuchten im Finstern zu beobachten. Sollte nicht der, aus dem Sauerstoffgas entbundene Wärmestoff sogleich wieder bei Erzeugung der Kohlensäure verwandt worden seyn, so dass er nicht, wie beim phosphorescierenden Holze, als fluide déferent, an den Lichtstoff treten, und diesen strahlend machen konnte?

Z u s a t z.

Die Versuche über das Leuchten des faulen Holzes, welche in der vorstehenden Abhandlung

*) Nach Herrn Fischers Uebersetzung S. 123.
Crelles Annalen 95. B. 2. S. 115.

enthalten sind, wurden im Sommer 1796 angestellt. Die Arbeit ist so abgedruckt, wie sie damals der Naturforschenden Gesellschaft zu Berlin übergeben ward. Die Fragen, ob ein materielles Substrat des Lichtes überhaupt existire, oder ob Licht nicht wie Schall, eine Erscheinung sey, welche alle Materie unter gewissen Umständen hervor zubringen im Stande sind, ist ganz darin übergangen. Ohnerachtet ich gar nicht von der Existenz eines Licht- und Wärmestoffs überzeugt bin, d. h. ohnerachtet ich noch immer keine Erfahrung kenne, welche die Phänomene des Lichts, der Wärme, der Elektricität, des Magnetismus und Galvanismus, als von eigenen Substraten abhängig, charakterisirt: so halte ich es doch, um Sprachverwirrung zu vermeiden, für sehr nützlich vom Lichtstoff, Wärmestoff u. s. f. zu reden. Diese Worte gelten mir, wie Bezeichnungen für unbekannte Grössen x und y , und ich erinnere mich immer dabei, dass ihr Daseyn (als materielles Substrat) nicht wie das des Sauerstoffs, oder der Kalkerde erwiesen ist.

Die seit einigen Jahren in Deutschland so oft gerühmten Versuche des Herrn Bonvoisin,*) welcher den Lichtstoff gewogen haben soll, habe ich mit meinem Freunde, Herrn Münzmeister Göderking zu Bayreuth mehrmals sehr sorgfältig wiederholt und völlig falsch befunden. Wir schlossen Turbith in 6 bis 8 zugeschmolzene Glasröhren

*) Memoires de l'Academie de Turin T. 5. S. 297.
Crells chem. Annalen 1795. S. 154.

von 14 - 16 Linien Länge und 2 Linien Weite
ein, und liessen ihn sich im Sonnenlichte färben.
Die Röhren wurden vor und nach der Fär-
bung gewogen. Die feinste Probierwaage zeigte
nach Monaten keine Spur einer Gewichtsverän-
derung.

Paris, im Oktober 1798.

X.

Ueber
den Einfluss
der
oxygenirten Kochsalzsäure
auf das
Keimen der Pflanzen
und
einige damit verwandte
Erscheinungen.

Es war bei meinem Aufenthalte in Berlin, im Winter 1793, als ich den Einfluss der oxygenirten oder übersauren Kochsalzsäure auf die Keimkraft der Pflanzen entdeckte. Ich hatte damals die Freude, meine Versuche in Gegenwart der Herren Klaproth und Hermbstaedt zu wiederholen, und bei der Uebereinstimmung aller Resultate, die ich erhielt, stand ich nicht an, diese merkwürdige Thatsache in den Aphorismen aus der chemischen Pflanzenphysiologie,

welche meiner Flora fribergensis *) angehängt sind, öffentlich anzuzeigen.

Die Schnelligkeit mit welcher sie in die physikalischen und botanischen Schriften eines Gehler's, Wildenow, Plenck, Uslar und mehrere andere übergieng, lies mich mit Recht vermuthen, dass das Auffallende dieser Erscheinung nicht von mir allein gefühlt wurde. In den Jahren 94-96 in welchen ich mich hauptsächlich mit der chemischen Physiologie der Thiere beschäftigte, leiteten mich jene einfachen Versuche auf zusammengesetztere über die Pulsationen des Herzens, und die Reizempfänglichkeit der thierischen Nervenfasern. Ich fand, dass eben diese oxygenirte Kochsalzsäure, welche die Vegetation um $\frac{4}{5}$ der Zeit beschleunigt, auch den Vitalitätsprocess der animalischen Schöpfung befördert, und dass Organe, welche durch das Hydrogen des Alkohols, oder durch Opium unerregbar gemacht, und herabgestimmt sind, durch einige Tropfen übersaure Kochsalzsäure, in wenigen Sekunden wieder zur höchsten Stufe der Erregbarkeit erhoben werden können.

Diese Uebereinstimmung in den Erscheinungen der belebten Materie im Thier- und Pflanzenreiche habe ich mich in einem Memoire relatif à l'Influence de l'acide muriatique oxygené sur l'Irritabilité de la fibre or-

*) Berol. 1793. p. 156. §. 8. nach Fischers Uebersetzung S.

ganisée*) und in meinem grösseren Werke über die gereizte Muskel- und Nervenfasern darzustellen bemüht. So bald Versuche nicht mehr isolirt stehen, wie bis jetzt die meisten elektrischen, sondern so bald mehrere derselben sich zu einem Ganzen verbinden, auf verschiedenen Wegen zu einerlei Resultaten zurückführen, so erwecken sie ein allgemeines und lebhaftes Interesse. Diesem Umstande und der Richtung, welche Beddoes, Goodwins und Darwins Theorien der Physiologie in England und Schottland neuerlichst gegeben haben, darf ich wohl die Aufmerksamkeit zuschreiben, welche meine geringfügigen Beobachtungen auch dort auf sich zogen. Man wiederholte die Versuche, aber mit ungleichem Glücke.

Vielen Chemikern sind sie schlechterdings nicht gelungen, und man fängt an, zu glauben, dass es mit der oxygenirten Kochsalzsäure, wie mit der Elektricität**) sey, welche bald das Keimen des Saamen befördert, bald gar nicht darauf zu wirken scheint.

So wenig mich dieses Misslingen meiner Versuche in England beunruhigen konnte, da ich sie seit

*) Millin Magazin encyclopedique.

**) Ueber den Streit zwischen Ingenhouss und Nollet, Jallebert, Manbray, Bore, la Capede, Achard, Carmoy. Gardini, Duvernier, Carmoy, Ormoy, Everlang und Bertholk, S. meine flora Friberg J. c. p. 162.

3 Jahren, unter so mannigfaltigen Abänderungen, und vor so vielen achtungswürdigen Zeugen glücklich wiederholt hatte, so legte ich doch sogleich wieder Hand ans Werk, um die Nebenverhältnisse zu erforschen, welche vielleicht jene schwankenden Resultate gegeben haben. Ich bin in diesen letzten 14 Tagen ununterbrochen damit beschäftigt gewesen, und da unter einigen zwanzig verschiedenen Versuchen, welche ich jetzt hinter einander angestellt, auch nicht ein einziger mislungen ist, so werde ich mit Zuversicht die Umstände angeben können, unter welchen das beschleunigte Keimen eintritt. Die Physik ist leider schon so reich an halb wahren Erfahrungen, dass es mir Pflicht eines jeden arbeitenden Physikers zu seyn scheint, die Thatsachen, welche er zuerst ins Publikum gebracht, rein darzustellen, vor Widersprüchen zu vertheidigen, und in nutzbaren Zusammenhang mit andern Thatsachen zu setzen. Ich darf um so weniger fürchten, hier blos das zu wiederholen, was ich in meinen Aphorismen aus der Pflanzenphysiologie entwickelte, weil ich mich dort sehr kurz ausgedrückt, und seitdem den Reiz der Wärme mit dem des Sauerstoffs verbunden habe.

Wenn man die Wirkung der übersauren Kochsalzsäure auf das Keimen der Pflanzen beobachten will, so rathe ich, um alle Nebenbedingungen zu vereinfachen den Kressensaamen (*Lepidium sativum*) nicht in Kieselerde, oder auf Wolle zu säen, sondern denselben geradezu in das mit der gasförmigen oxygenirten Kochsalzsäure angeschwängerte Wasser zu werfen.

Bei dem Begiessen von Erde oder Flanell wirkt die Säure wenig auf den Saamen, sondern setzt ihr Oxygen an die Substanz ab, auf welcher der Saamen liegt. Ja! das Keimen wird oft dadurch ganz gehindert, denn das mit übersaurer Kochsalzsäure angeschwängerte Wasser kann nun nicht einmal als reines Wasser wirken, sondern es wird in salzsaures Wasser verwandelt, weil das überschüssige Oxygen der übersauren Salzsäure verloren gegangen ist.

Direkte Versuche lehren aber, wie ich unten zeigen werde, dass Wasser, welches mit irgend einer andern Säure, als Kohlensäure, oder oxygenirten Kochsalzsäure geschwängert ist, die Vegetation schlechterdings vernichtet.

Man werfe demnach gleiche Theile Kressensaamen in oxygenirte Kochsalzsäure, in reines Brunnenwasser und in schwach verdünnte gemeine Kochsalzsäure. Man stelle alle 3 Gläser und zwar in einer Temperatur (von 11 - 12° Reaum.) ins Finstere. Das Sonnenlicht schadet auf zweifache Weise. Einmal reizt es die jungen Keime zu heftig und erschöpft sie, dann entzieht es auch der oxygenirten Kochsalzsäure den Sauerstoff, und raubt ihr also die Substanz, welcher die Pflanzenfaser bedarf, um den grossen Lebensprozess (*acte de Vegetation*) zu erwecken, und zu unterhalten.

Dieser Prozess, welchen man ehemals mit einer Gährung*) verglich, scheint mir wie der che-

*) Herr Senebier, dem die Pflanzenphysiologie die wichtig-

mische Lebensprocess in der thierischen Oeconomie, auf einer Zersetzung des Wassers und Sauerstoffgas, oder vielmehr auf einer Verbindung des Oxygens mit den Elementen der Pflanzenfaser zu beruhen. Daher ist Berührung mit sauerstoffhaltigen Substanzen zum Keimen und Fortwachsen unbedingt nothwendig; daher das Nichtkeimen in Alkohol und Oel; daher das Absterben in Luftarten, die keinen Sauerstoff enthalten; daher der beschleunigte Wachsthum in Flüssigkeiten, welche das Oxygen leicht fahren lassen; daher das Aufleben der *Mimosa pudica*.

sten Entdeckungen verdankt, drückt sich in seinem Briefe an Herrn Pictet zu Genf über diese Versuche also aus: „J'ai „reflechi aux experiences de Mr. de H. Elles ont quelque „chose d'étonnant, je les crois parfaitement vraies, mais el- „les me confondent. Comment les plantules dans les graines „supportent-elles l'action de l'acide oxygené? Si elles sont „irretables, pourquoi ne sont elles point désorganisées par „cette forte irritation était produite par la fermentation de la „matière mucososucrée contenue dans la graine; c'est elle qui „rend la présence de l'air nécessaire, car les graines ne sont „qu'un Tonneau debruché. Mais comment l'acide muriatique „oxygené, qui est un si fort antiseptique n'arrête-t-il point la „frementation? On le comprendrait s'il fournissait l'oxygene „aux graines sans les toucher, mais cela ne l'imagine pas. Si „la lumière retarde la Germination, c'est parcequ'elle est an- „tiseptique, mais si cet effet se produit par un antiseptique „aussi doux, quel effet devrait produire l'acide muriati- „que?“ —

So hätte also Herrn Senebiers Theorie von Versuchen abgemahnt, zu denen eine entgegengesetzte, auf Analogie der thierischen Oeconomie gegründet, mich glücklicherweise hinführte.

ca, wenn sie im kohlen sauren Gas erkrankt ist, und schnell mit Sauerstoffgas in Berührung tritt. Die Thatsachen, welche dies erweisen, sind in meinen Aphorismen zusammengestellt, und neuerliche Wiederholung jener Versuche haben mich in meinen Grundsätzen bestätigt.

Ein arbeitsamer und verdienstvoller Chemiker, Herr Gmelin machte bekannt, *) dass Herr Linck zu Rostock meine Experimente wiederholt, und *Acer campestre*, *Festuca rubra*, *Gedum telephium* und *Crassula imbricata* in Wasserstoff und Stickgas habe wachsen und blühen gesehen. Wenige Tage, nachdem ich dies las, schritt ich sogleich zur Prüfung dieser Behauptung und fand eben das Resultat, welches ich vor drei Jahren, und Ingenhouss **) lange vor mir bekannt machte. Wurde das Sauerstoffgas und Stickgas täglich zweimal über den Pflänzchen erneuert, so welkten sie im heitersten Sonnenlichte. Blieben sie mehrere Tage lang in derselben Gasart stehen, so erholten sie sich merklich. Warum? weil nun die Blätter selbst Sauerstoffgas aushauchten, und das Stickgas in atmosphärische Luft verwandelten.

Sollte Herr Linck, zu dessen Arbeiten ich sonst das grösste Vertrauen hege, und dem ich selbst die lehrreichsten Stunden des Umgangs verdanke, sollte

*) Von Crells Annalen 96. St. 3. S. 255.

**) Versuche mit Pflanzen B. 2. S. 12 und 135.

Herr Linck seine Gewächse wohl immer von reinem Stickgas berührt gehalten haben?

Wenn der Kressensaamen auch nur 2 - 3 Minuten in der oxygenirten Kochsalzsäure gelegen hat, so sieht man seine ganze Oberfläche mit unzähligen Bläschen bedeckt.

Eben diese Bläschen entstehen im gemeinen Wasser erst nach $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ Stunden, und auch dann in weit geringerer Zahl. Sie sind das ächte Criterium, dass nun die Lebensthätigkeit der Fiber entwickelt ist. Die aufsteigenden Bläschen sind ein Gemisch von Stickluft, kohlensauren und brennbaren Gas. Das zerlegte Wasser scheint mir sein Oxygen an die Pflanzenfaser abzusetzen, in der es sich mit einem Theil Kohlenstoff verbindet, und als kohlensaures Gas, mit dem Hydrogen entweicht. *) Ich war ehemals geneigt, das Azote, welches sich dabei zeigt, dem Saamenkorn selbst zuzuschreiben. Auch ist es gewiss, dass nahe am Hilum zwischen der äussern und innern Saamenhülle ein ziemlich reines Azote enthalten ist. Neuere Versuche und Berechnungen machen es mir aber jetzt wahrsbheinlich, dass ein grosser Theil der Stickluft, welche mit dem kohlensauren und Wasserstoffgas in meinen pneumatischen Apparat übergeht, von der sauerstoffarmen athmosphärischen Luft herrührt, dem Wasser mechanisch beigemengt war, und nach dessen Zersetzung entweichen muss. Es ist recht traurig, dass

*) Meine Versuche in der Flora friberg, S. 165.

so wenige Menschen sich entschliessen, zu diesen Untersuchungen zu schreiten, welche so wichtig für die Pflanzenphysiologie sind.

Die Stärke der oxygenirten Kochsalzsäure hat, wie erst neuerlichst entdeckt ist, einen wichtigen Einfluss auf die Beschleunigung der Germination. Wenn ich drei Solutionen bereite, von denen die eine 8 Cubikzoll Wasser mit 8 Cubikzoll oxygenirtem kochsalzsauren Gas, die zweite 8 Cubikzoll Wasser mit 2 Cubikzoll Gas, die dritte 8 Cubikzoll Wasser mit 0, 1 Cubikzoll Gas gemischt enthält, so sehe ich in gleichen Zeiten die Saamen in der zweiten immer stärker gekeimt, als in der ersten und dritten. Der Unterschied ist auffallend, indess befördert auch die kleinste Beimischung von oxygenirter Salzsäure die Entwicklung der Saamen, wenigstens dreifach mehr, als reines Brunnenwasser. So aufmerksam man auch daher bei Wiederholung dieser Versuche auf die Stärke der Auflösung seyn muss; so kann dieser Umstand doch nie ein völliges Mislingen verursachen.

Bei mehr als hundert Versuchen, welche ich seit 3 Jahren angestellt habe, finde ich die ersten deutlichen Keime in der oxygenirten Kochsalzsäure in der 6ten, im Wasser in der 32sten Stunde sich zeigen.

Ist der Kressensaamen sehr frisch, so zeigen sich dieselben oft schon in der 5ten Stunde, ist der Saame alt, und sind die Nebenumstände ungünstig, in der 9ten bis 10ten. In der 15ten sind die Kei-

me oft schon $\frac{3}{4}$ Lin. lang, wenn das gemeine Wasser erst 18 Stunden nachher die ersten Spuren zeigt. Ja! der Saamen des *Lepidium sativum* keimt, wenn er auch noch so lange eingeweicht bleibt, im Wasser eigentlich nie so stark, als er in den ersten 10 - 15 Stunden in der oxygenirten Kochsalzsäure erscheint.

Wasser, welches mit gemeiner Kochsalzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Zuckersäure auch noch so schwach gesäuert ist, vernichtet nach meinen Versuchen alle Germination. Es ist auffallend, dass so sehr verdünnte Säuren, wie die concentrirte selbst, wirken, da in den ersten doch so viel Wasser zur Zersetzung überflüssig zu seyn scheint.

Ich glaube hierinn etwas analoges mit einer Thatsache aus der Physiologie der Thiere zu bemerken, auf welche mich die Analyse der unterirdischen Gasarten geleitet hat. Wetter, welche neben einem beträchtlichen Antheil von Kohlensäure noch 0, 19 bis 0, 20 Sauerstoffgas enthalten, hemmen die Respiration und verlöschen die Grubenlichter. Warum? weil die Kohlensäure das Sauerstoffgas so umhüllt, dass das arterielle Blut und der Lichttocht nicht Ziehkraft genug zu demselben haben, um es zu zersetzen. Sollte nicht eben so die Kochsalzsäure mit dem Wasser eine solche chemische Mischung eingehen, dass die Affinität der belebten Pflanzenfaser sich nicht wirksam genug äussern kann, um das Oxygen abzuscheiden? Seit einigen Tagen fiel ich auf die Ideen, den Reiz der Wärme mit dem des Sauerstoffgas zu verbinden, und ich bin über die

Wirksamkeit dieser Verbindung nicht wenig erstaunt. Meine bisherigen, in den Aphorismen beschriebenen und nachmals von dem Herrn von Uslar*) wiederholten Versuche waren bei einer niedrigen Temperatur von 12 bis 15° R. angestellt. Ich bereitete nun eine sehr starke oxygenirte Kochsalzsäure und setzte sie, samt den Saamenkörnern, die sie enthielt, einer Wärme von 25° R. aus. Ich fürchtete schon, das Gas würde sich aus dem Wasser entbinden und daher nicht auf die Germination wirken. Aber nein! in 3 oder 3½ Stunden fand ich regelmässig deutliche Keime. Gleiche Portionen Saamen standen in reinem Wasser darneben, zeigten aber in 24 Stunden noch keine Germination, wenn ich sie einzeln auch noch so sorgfältig auf dem Boden einer Untertasse untersuchte.

Wo ist ein Beispiel einer organischen Entwicklung bekannt gewesen, welche um $\frac{7}{8}$ der gewöhnlichen Entwicklungszeit beschleunigt werden konnte, und wie schön reiht sich die vegetabilische Oekonomie an die thierische an, da eben die Flüssigkeit, welche im Saamen den Keim entwickelt, auch die Pulsation des ruhenden Herzens erwecket.

Lässt man die Saamenkörner (die bisherigen Versuche geschahen mit *Lepidium sativum*, *Pisum*

•) Fragmente neuer Pflanzenkunde 94. S. 155. Diese Stelle, so wie viele andere in dieser interessanten Schrift, scheinen aus meinen Aphorismen übersetzt zu seyn.

sativum, Phascolus vulgaris, Brassica napus, B. campestris, Lactuca sativa und Reseda odorata) zu lange in der oxygenirten Kochsalzsäure liegen, so wird er überreizt und erschöpft. Wenn man daher z. B. solche überreizte Kressensaamen mit anderen, die zugleich in reines Wasser eingeweicht wurden, aber noch nicht entwickelt sind, auf Flanell streicht, so werden diese jenen doch in 2 Tagen in der Vegetation voreilen. Ja! oft werden die ersten in schwächlicher Bleichsucht dahin welken. Eben so ist die Auflösung des oxydirten Arseniks (wie ich in meiner Schrift von Muskelreiz gezeigt) im Stande, neue Contractionen in einem durch Alkoholisirten Opium unerregbar gemachten Bewegungsorgan zu erwecken, oder ihm Reizempfänglichkeit wiederzugeben. Wird aber das Maas eines Tropfens überschritten, so tritt Ueberreizung und neue Unerregbarkeit aus dieser ein. Der Sauerstoff welcher sich dann in zu reichlichem Maasse und zu plötzlich aus der oxygenirten Kochsalzsäure und dem oxydirten Arsenik entwickelt, sättiget gleichsam auf einmal die Elemente der Thier- und Pflanzenfaser, auf deren Säuerungsfähigkeit der grosse chemische Lebensprocess beruhet. Die Flamme lodert auf, um desto schneller zu verlöschen.

In der thierischen Oekonomie ist es bereits gelungen, die Unbeweglichkeit, oder den Tetanus, welchen Ueberreiz durch Arsenikkalch in den Bewegungsorganen hervorbringt, zu heben. Der Stick- und Wasserstoff, welche in den Alcalien enthalten sind, geben neue säuerungsfähige Basen her, und der Process der Vitalität beginnt von neuem. Soll-

ten spätere Physiologen nicht auch noch Mittel entdecken, den durch oxygenirte Kochsalzsäure überreizten und übersauren Pflänzchen das überflüssige Oxygen zu entziehen, und sie so vor der Bleichsucht und dem frühen Absterben zu bewahren?

Z u s a t z.

Seit einigen Jahren sind Versuche mit oxygen. Kochsalzsäure im Grossen angestellt worden und diese haben die Wirksamkeit dieses Reizmittels unwiderleglich erwiesen. Meine Freunde, Herr v. Jacquin und van der Schott, warfen alle alte Saamen, welche in dem Wiener botanischen Garten seit Jahren aufbewahrt wurden, und deren Keimkraft oftmals vergeblich geprüft worden war, in oxygenirte Kochsalzsäure. Der Versuch gelang vortreflich. Es keimten *Guilandina Bonduc*, *Cytisus Cajan*, *Dodonaea augustifolia*, *Mimosa scandens* und neue Arten der *Ipomaea*. Man verdankte diesem Mittel eine Menge seltner Gewächse, die gegenwärtig schon 6 - 8 Zoll hoch sind und schlechterdings nicht überreizt scheinen. Herr Pohl zu Dresden hat selbst den uralten Saamen einer *Euphorbia* aus Bocconi's Herbarium durch oxyg. Kochsalzsäure zum Keimen gebracht, und Herr Ingenhouss sah Getraide, dessen Saamen er eben so gereizt hatte, vortreflich gedeihen. Den Saamen der *Clusea rosea*, welchen man in Schönbrunn nie hatte zum Keimen bringen können, habe ich ebenfalls im letzten Winter (zu Salzburg) mit Erfolg gereizt. Der Versuch gelingt schon dann, wenn man einen Teig von

Braunsteinkalch mit Wasser und gemeiner Kochsalzsäure anknetet, den Saamen hineinmengt und die Masse einer Temperatur von 50 - 60° R. aussetzt. Die Salzsäure oxygenirt sich in Berührung mit dem Braunsteinkalch und die aufsteigenden Dämpfe reizen im Vorbeistreichen den Saamen.

Dieser Versuch ist deshalb wichtig, weil Gärtner und Gartenliebhaber auf dem Lande meist, weder oxygenirte Kochsalzsäure selbst bereiten, noch erkaufen können. Ein gemeiner Topf und eine Ofenröhre ist der ganze Apparat, den man bedarf. Doch finde ich im Ganzen das Einweichen in tropfbare oxygen. Kochsalzsäure wirksamer. Man läuft dabei weniger Gefahr, den Saamen zu überreizen.

XI.

T a s c h e n .

oder

S e n k b a r o m e t e r .

Ein Barometer verfertigen, welches aus mehreren Theilen, die sich gegenseitig ersetzen und bei jeder Beobachtung corrigiren, wie ein astronomisches Instrument, zusammengesetzt sey, das ist die Aufgabe, welche dieses Barometer auflösen soll. Der gelehrte Berner Astronom, Herr Tralles hat sinnreich bemerkt, dass alle Barometer leicht zerbrechen, wenn die Röhre an die mit ihr zusammenhängende Scala geheftet ist. In diesem Barometer ist die Röhre von derselben getrennt. Wenn eine Röhre zerbricht, so kann man sie durch eine andre, selbst auf dem Gipfel eines Bergs ersetzen. Die Röhre, von welcher *a b c* (Fig. I.) den untern Theil vorstellt, ist in einer eisernen Röhre *b c* (von zwei Zoll Länge) welche sich in *c* in eine Schraubenmutter

endigt, in die eine Schraube $2\frac{1}{2}$ Linien tief) hineingeht, geheftet. Das Ende der Schraube ist viereckigt. Die einmal mit Quecksilber gefüllte und mit der Schraube geschlossene Röhre, wird in eine kupferne von innen mit Flanell, und von aussen mit Leder gefütterte Röhre gesenkt. Man trägt dieses Futteral wie einen Stock, und lässt den Kopf *d* der Schraube so viel als möglich, in verticaler Richtung. Wenn man fürchtet, dass Luft unter *d* hineingekommen seyn möchte, so öffnet man die Schraube, und giesst einen Tropfen Quecksilber darüber, ehe man sie wieder verschliesst. Die ganze Röhre kann untersucht werden, um zu sehen, ob das Quecksilber nicht durch Luftbläschen getrennt ist, ein Vortheil, welcher den englischen Barometern, wo die Röhren halb versteckt sind, mangelt. Die Säule (in Mahagony *e g f* Fig. 2) enthält das Quecksilber, welches man hineingiesst, sobald man sie in den Fuss *g h* (Fig. 3) welchen drei in einander gelegte Füsse unterstützen, geschraubt hat. Der innere Theil der Säule ist als Parallelepipedum, dessen viereckigte Oefnung genau dieselbe Grösse mit dem Quadrat der Schraube *c d* hat, ausgehöhlt. Wenn man die Röhre *k l m a* (Fig. 2) in diese Oefnung senkt, bis *c d* unter der Fläche des Quecksilbers ist, so wendet man die Röhre (wie den Seguinschen Eudiometer) um, indem man sie mit einer Hand zwischen *l m* rechts hält. So wird das Viereck *c d* in der Säule gehalten, und kann sich nicht herumdrehen, die Schraube öffnet sich, *c d* schwimmt in dem Quecksilber, und die Communication zwischen der äussern Luft und dem Quecksilber in der Röhre ist frei. Das Torricellische Va-

cuum bildet sich unter *k* und die Masse des Quecksilbers in der Röhre steigt. Die Skala *n o* (Fig. 4) ist an eine hölzerne Stange *n o p* (welche aus zwei Stücken von verschiedenem Holze bestehet) befestigt, und in *p* und *q* der Säule *g e f* angeschraubt. Man verändere nun die drei Schrauben *r r r* so lange, bis der Pendul *s* die Vertikallage des Instruments anzeigt. Man hefte die Röhre *k a* an die Skala, indem man die Schrauben *l* und *m* fester zusammen zieht, und man wird zu viel Quecksilber in der Säule haben. Der Punkt *o* des Barometers liegt in der Oeffnung eines Hahns *s*; man hat nun ein beständiges Gleichgewicht, wenn man den Hahn öffnet, und das in einem kleinen Gefäss gesammelte Quecksilber ablaufen lässt. Damit sich der elfenbeinerne Hahn *s* nicht von selbst öffnen könne, ist in *t* eine, in jeder Lage, durch eine Schraube befestigte Gabel angebracht, welche ihn daran verhindert. Sobald man beobachtet hat, legt man auf *g e* eine kleine Ueberlage, oder einen Deckel (der durch zwei Schrauben *v v* gehalten wird) welche das Quecksilber am Auslaufen verhindert; oder man legt das Instrument aus einander, indem man die (in *m* und *l* abgeschraubte) von neuem bis in den Grund der Säule *f* senkt, wo man das Viereck herumdrehet. Das Torricellische Vacuum füllt sich dadurch von selbst; man drehet die Röhre (indem man sie mit der Hand zwischen *m* und *l* hält) links, bis man fühlt, dass *c d* ergriffen, und die Oeffnung der Röhre wieder verstopft ist. Als dann zieht man die Röhre mit *c d* wohl verschlossen, um sie in ihr Futteral zu legen, zurück. Dieses seit zwei Jahren verfertigte Instrument hat alle Reisen

auf den rauhesten Wegen und steilsten Felsen ausgehalten. Eine Beobachtung mit demselben kostet mehr Zeit, als eine mit dem gewöhnlichen Barometer; allein es ist auch das einzige, dessen man sich überall gewiss und selbst in einer Wüste bedienen könnte, wenn es dort in Unordnung käme.

Man verfertigt es zu Berlin, Weimar, Dresden, Wien und bei H. Dumotiez in Paris. Wenn man von der Kälte in eine grosse Wärme kömmt, so muss man die Schraube *c d* öffnen, ehe man sich dem Feuer nähert. Man kann auch ein wenig elastisches Harz auf die Schraube legen. Dieses Instrument hat einen Vorthail und eine Eigenheit, welche es von allen Barometern unterscheidet. Es ist das einzige, in welchem die Grösse des Torricellischen Vacuums von dem Beobachter abhängt. Die Höhe des Quecksilbers bleibt die nemliche, man mag die Röhre mehr oder weniger tief in das Quecksilber tauchen, wenn man nur das Niveau jedesmal durch den Hahn corrigirt. Moscati hat bewiesen, dass die Barometerhöhe durch die Grösse des Vacuums, wegen der Anziehung des Glases in *k*, und weil das Minimum Luft, welche das Vacuum enthält, mehr oder weniger ausgedehnt ist, fehlerhaft wird. In diesem Barometer hat man das nemliche Vacuum auf dem Gipfel der Berge und in den Thälern.

Die verschiedenen Stücke, aus welchen dieses Instrument zusammengesetzt ist, vereinigen sich in einem einzigen Cylinder, welchen man, wie eine Flinte auf der Schulter trägt. Mehrere Röhren

können in ein hölzernes Futteral gelegt werden. Während zwei Jahren, wo mit diesem Senckbarometer, und mit andern, nach dem alten Grundsätzen verfertigten Instrumenten die Höhe verschiedener Berge gemessen worden, hat man in dieser Berechnung, welche aus andern (von Tremblay dargestellten) Gründen, noch weit von ihrer Vollkommenheit entfernt ist, keinen merklichen Unterschied finden können.

XII.

Brief an Garnerin

über

die Analyse

der atmosphärischen Luft

welche

in der Höhe von 669 Toisen, durch einen Luftballon geschöpft wurde.

Ich eile Ihnen das Resultat der Versuche mitzutheilen, welche ich über die atmosphärische Luft, die Ihr Bruder und sein Reisegefährte Bauvais, gestern Abend um halb acht Uhr bei ihrem aerostatischen Versuche zu sammeln so gefällig waren, angestellt habe. Die Flasche war sorgfältig zugestopft; denn, als man sie unter Wasser öffnete, drang dieses 32 Millimeter hoch mit Ungestüm hinein; ein sichrer Beweis, dass die Elasticität der höheren Regionen war erhalten worden. Wenn wir die Temperatur, unter welcher unsre Luftschiffahrer ihr Gasge-

sammelt haben, konnten, so würde dieser Versuch allein hinreichen, um die Höhe, in welcher die Flasche ausgeleert worden, ohngefähr zu berechnen. Das Barometer stand gestern Abend auf 28 Zoll, und da nach H. Bauvais Angabe, der Versuch unter 24 Zoll Barometerhöhe angestellt wurde, so muss die Luftschicht, welche ich analysirt habe, ohngefähr 1303 Meter (669 Toisen) über Paris gewesen seyn.

Ich war zuerst begierig zu erfahren, ob die Kohlensäure sich bis in so hohe Regionen erhebt. Die Versuche, welche der berühmte Saussure auf dem Gipfel des Montblanc (in der Höhe von 2480 Toisen) angestellt hat, beweisen uns seine Gegenwart daselbst. Allein, man muss bedenken, dass dieser Physiker sich in einer Luft befand, welche durch die Nähe der Felsen nothwendig modificirt seyn musste. Es war daher wichtig, ein Gas zu analysiren, auf welches, vermöge seiner Lage, kein ähnlicher Einfluss gewirkt haben konnte. Der diesen Morgen angestellte Versuch hat bewiesen, dass die von den Luftschiffahrern gesammelte Luft auf Kalkwasser eben so schnell, als die von mir gestern nach Mitternacht gesammelte Luft gewirkt hat. Beide Luftarten enthielten zwischen 0,008 und 0,010 Kohlensäure. So sehen wir eine äusserst schwere elastische Flüssigkeit bis in die höheren Regionen der Athmosphäre fortgezogen.

Die Luft zu Paris, durch die vereinigten Mittel des Salpetergas und schwefelsauren Eisens analysirt, enthält 0,276 Sauerstoff. Fünf eudiometri-

sche Versuche gaben einen Rückstand von 102. 103. 102, 5. 102. 103, 5 Grad. Die in der Höhe von 1300 Metern gesammelte Luft enthielt nur 0, 259 Sauerstoff. Sechs sorgfältig angestellte Versuche, wichen nur um einen Grad von einander ab; sie gaben beständig zwischen 107 und 108 Grad. Diese Luft war also um 5 Grad oder 0, 017 (beinahe gleich $\frac{2}{100}$) Sauerstoff unreiner, als die Luft in der Ebne. Dieser Unterschied ist ansehnlicher, als er auf dem ersten Blick scheint, indem die grösste und die kleinste Reinheit der Athmosphäre auf dem festen Lande nur um $\frac{7}{100}$ Sauerstoffgehalt von einander abweichen. Andere berühmte Physiker, Sausure, Pictet, Senebier und Volta, haben die nemliche Unreinheit, oder den nemlichen Mangel an Sauerstoff auf dem Gipfel der Alpen bemerkt.

Indessen würde man sich nicht wundern dürfen, wenn uns die Aeronauten einmal sauerstoffreichere Luft, als die Luft in der Ebne ist, mitbrächten. Die Winde, die Luftströme, und vornehmlich die Zersetzung des Wassers müssen die Luftgüte oft verändern. Ich habe die Luft auf dem 650 Toisen über die Meeresfläche erhabenen Geisberg mehreremal analysirt, und bis ein $\frac{2\frac{1}{2}}{100}$ Sauerstoff unreiner, als die Luft in den Thälern gefunden; aber bisweilen war der Unterschied nicht merklich, ohngeachtet (nach einigen Naturforschern) der Sauerstoff, vermöge seiner spezifischen Schwere, in die niedrigeren Schichten herabsteigen sollte. Die Luftreisen werden (wie Herr Guyton bereits bewiesen hat) ein grosses Licht über die

wichtigsten Erscheinungen der Meteorologie verbreiten. Ich bitte Sie, Ihrem unerschrockenen Bruder für den Eifer, mit welchem er sich dem Versuch, dessen Resultat Sie ihm bei seiner Wiederkunft mittheilen werden, gewidmet hat, meine Erkenntlichkeit zu bezeigen.

Von dem Herrn Verfasser dieses Werks, ist eben
auch folgendes erschienen:

Ueber die
unterirdischen Gasarten
und die
Mittel ihren Nachtheil
zu verhindern.

Ein Beitrag
zur Physik
und
practischen Bergbaukunde.

Mit Kupfern.

Von dem Verleger ist auch ein
an in folgenden erschienen:

Über die

unterirdischen Gassen

Mittelstufen Nachschreib

verfassen

Ein Beitrag

zur Physik

und

practischen Botanik

Wieder

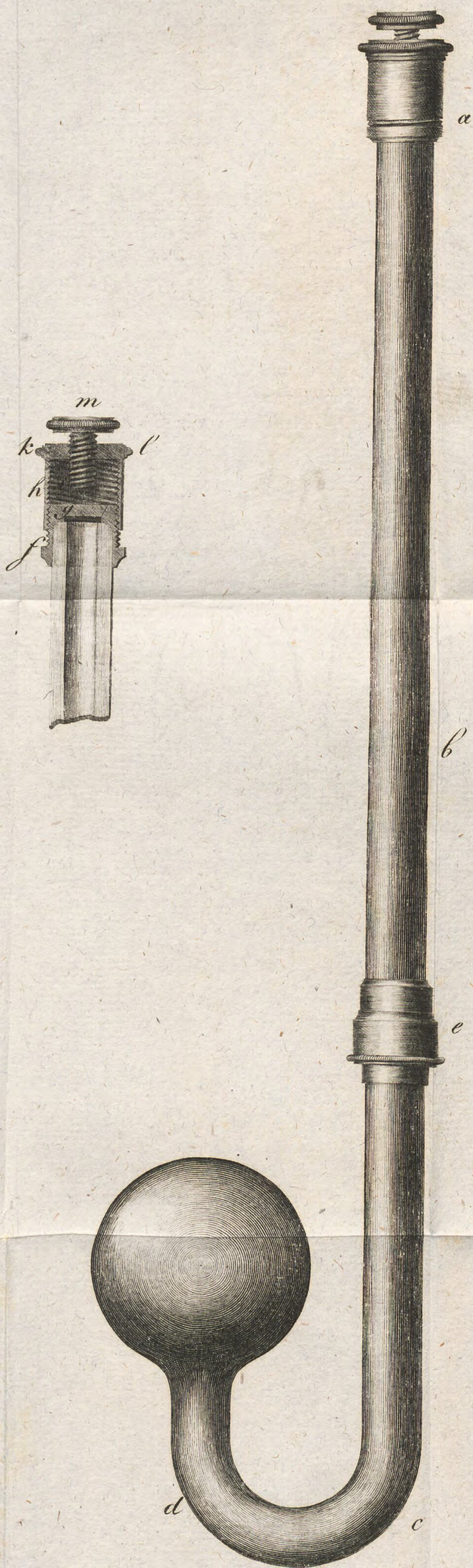


Fig. 4.

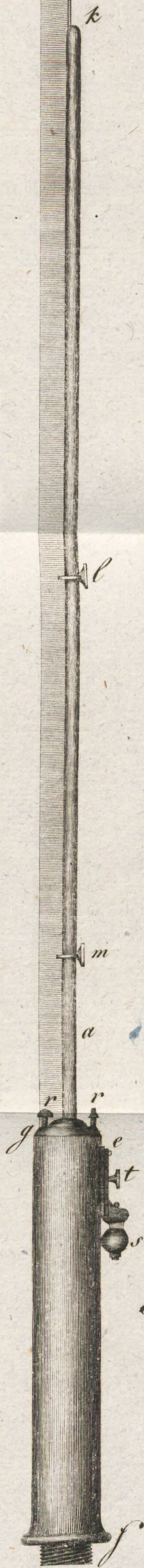


Fig. 2.

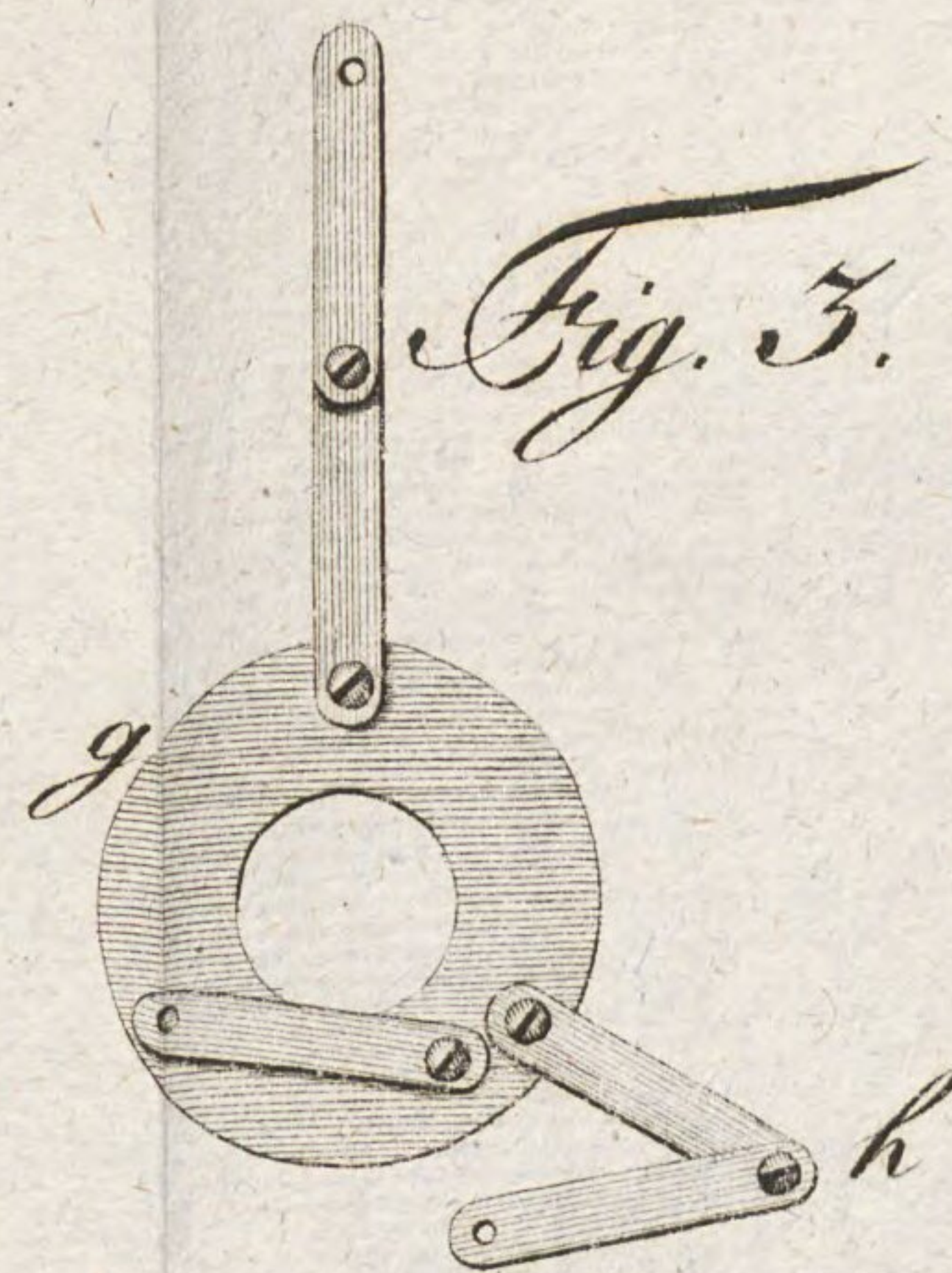


Fig. 3.



Fig. 1.

Humboldt, Alexander <<von>> ,

Versuche über die chemische Zerlegung des Luftkreises und über einige
andere Gegenstände der Naturlehre

Braunschweig 1799

Phys.sp. 310

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10133941-3

VD18 11402997